

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR**



## **TRABAJO FIN DE GRADO**

**Análisis de comportamientos  
corporales y faciales utilizando  
Kinect**

**Manuel Lucena Cabello**

**Junio 2015**



# **Análisis de comportamientos corporales y faciales utilizando Kinect**

**AUTOR: Manuel Lucena Cabello**

**TUTOR: David Delgado Gómez**

**Dpto. de Estadística  
Escuela Politécnica Superior  
Universidad Carlos III de Madrid  
Junio de 2015**



## ***Agradecimientos***

Me gustaría agradecer en primer lugar a mi tutor David Delgado Gómez, por darme la oportunidad de realizar con él este proyecto fin de grado. Por su entendimiento, rapidez y eficacia en todo lo que hace. Por su apoyo y consejos que me han guiado de forma excepcional para la realización de este proyecto.

Así también, me gustaría agradecerse a todas las personas que me han acompañado en la carrera. En especial a mis amigos, Javier Colmenero, David Marcos López, Carolina González, Jaime Cuesta, Vanesa Lázaro-Carrasco, Alberto Cámara Yagüe, Álvaro Iniesta, Sergio Moreno. Gracias chicos por todas las experiencias vividas fuera y dentro de la universidad.

También me gustaría agradecer muy especialmente su colaboración, a todas las personas que se han ofrecido de forma voluntaria para realizar todas las pruebas necesarias para llevar a buen término este proyecto. Gracias por vuestra generosidad, sin vuestra ayuda no podríamos haberlo conseguido.

Me gustaría dar las gracias de manera especial a María, por todo su apoyo y ánimo, por entenderme y darme tiempo, ayudarme y recargarme, y llenar todos y cada uno de los días. Porque formamos el mejor equipo, gracias por ser como eres.

Y por último a mi familia, mi padre, mi madre y mi hermana, a quienes les dedico este proyecto. Por ser el mejor modelo a seguir, gracias por apoyarme toda mi vida, por ser mis pilares y las personas responsables de ser quien soy.



## Resumen

En los últimos años se ha visto incrementado el número de pacientes diagnosticados con algún tipo de trastorno mental, siendo especialmente significativo en menores. Concretamente se ha apreciado un notable crecimiento en el número de casos diagnosticados con TDAH (Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad) e impulsividad.

Por todo ello, ha aumentado la preocupación por comprobar que los diagnósticos realizados sean correctos y fiables, así como por buscar medidas objetivas que evalúen estas patologías.

Con la aparición de nuevas tecnologías, se abre la posibilidad de mejorar el diagnóstico de diversas enfermedades y patologías mentales, entre las que se encuentran las anteriormente citadas. Una de estas tecnologías innovadoras es la cámara Kinect de Microsoft, la cual resulta fácil de manejar y muy asequible, siendo capaz de detectar caras y cuerpos, para de esta forma, registrar tanto el movimiento corporal como facial de los pacientes.

Teniendo en cuenta todo lo expuesto, este proyecto se plantea como objetivo desarrollar un nuevo método de evaluación y diagnóstico de TDAH e impulsividad, partiendo de la innovadora tecnología Kinect y el test Stroop. Para ello se crearán, mediante la tecnología de Kinect, dos aplicaciones que implementen el test psicológico de Stroop, el cual es utilizado en el ámbito de la psicología para evaluar la impulsividad de los pacientes y diagnosticar TDAH.

Estas aplicaciones reconocerán los movimientos corporales y faciales de los pacientes durante una serie de pruebas y guardarán la información necesaria para su posterior análisis y evaluación. Posteriormente, además de analizar los datos obtenidos durante dichas pruebas, se podrá visualizar la evolución de las mismas.

Esta nueva metodología puede resultar de considerable ayuda, tanto en el diagnóstico, como en el posterior seguimiento de patologías mentales, pudiendo establecer

comparaciones directas entre distintas pruebas del paciente realizadas en diferentes momentos de su tratamiento y así evaluar las posibles mejoras de su estado.

Con el objetivo de evaluar el sistema desarrollado, se ha realizado un estudio piloto a 50 personas que realizaron el Test Stroop tanto en su versión clásica, como una versión modificada, ambas desarrolladas en este proyecto. Los análisis realizados van encaminados a relacionar la impulsividad medida por un cuestionario de impulsividad y el movimiento de los sujetos durante las pruebas.

## **Palabras clave**

Impulsividad, BIS-11, Stroop, Kinect for Windows v2



## **Abstract**

Over the last years the number of patients diagnosed with some form of mental disorder has been increased, this is particularly significant in children. Specifically the cases diagnosed with ADHD (Attention Deficit Hyperactivity Disorder) and impulsivity.

Therefore, concerns about checking that the diagnoses are correct and reliable have raised, as well as searching for objective measures to evaluate these pathologies.

With the emergence of new technologies, there are new possibilities of improving the diagnosis of various diseases and mental disorders. One of these innovative technologies is the Microsoft Kinect camera, which is easy to handle and very affordable, this camera is able to detect faces and bodies, and in this way, recording both, body movement and facial patients.

Given the above, this project seeks to develop a new method of evaluation and diagnosis of ADHD and impulsivity, based on the innovative Kinect technology and the Stroop psychological test. Looking for that, it will be created two applications by the Kinect technology, that implement psychological Stroop test, which is used in the field of psychology to assess impulsiveness of patients and diagnose ADHD.

These applications will recognize the body and facial movements of patients during a series of tests and will keep the information necessary to further analysis and evaluation. Subsequently, in addition to analyzing the data obtained during these tests, it will be possible to visualize the evolution of the same.

This new methodology can be of considerable help in both the diagnosis and the follow-up of mental disorders, owing to the fact that it can make direct comparisons between different patient test performed at different times of treatment and thus evaluate possible improvements in status.

In order to evaluate the developed system, it has been conducted a pilot study in 50 people who performed the Stroop Test both, its classic version and a new version, which was

developed in this project. The analyzes are aimed at linking impulsivity measured by a questionnaire of impulsivity and the movement of the subject during testing.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	Introducción y objetivos.....	1
1.1	Introducción.....	1
1.2	Objetivos y fases del proyecto.....	2
1.3	Organización de la memoria.....	4
2	Impulsividad.....	5
2.1	Introducción a la impulsividad: definición y conceptos relacionados .....	5
2.1.1	Neurobiología de la impulsividad .....	6
2.2	Métodos de medición de impulsividad .....	8
2.2.1	Escalas y cuestionarios de medición de la impulsividad.....	8
2.2.1.1	Cuestionario de personalidad de Eysenck- Revisado.....	8
2.2.1.2	Cuestionario de impulsividad - temeridad - empatía I <sub>7</sub> .....	9
2.2.1.3	Escala de impulsividad funcional y disfuncional de Dickman .....	9
2.2.1.4	NEO PI-R.....	9
2.2.1.5	NEO-FFI .....	10
2.2.1.6	Escala de Impulsividad de Barratt versión 11 - BIS-11 .....	12
2.2.2	Test de medición de la impulsividad.....	15
2.2.2.1	Tarea de la señal de stop .....	16
2.2.2.2	Conner's Continuous Performance Test -II (CPT-II) .....	16
2.2.2.3	Test de Clasificación de Cartas de Wisconsin (WCST).....	17
2.2.2.4	Test trail-making .....	19
2.2.2.5	Tarea de Castigo.....	19
2.2.2.6	Método de medida. Test de Stroop .....	21
3	Estándares para registrar el movimiento facial y corporal .....	28
3.1	Análisis del movimiento de la cara. Facial Action Coding System [FACS] .....	28
3.2	Análisis del movimiento del cuerpo .....	30
4	Herramienta para registrar el movimiento. Kinect for Windows v2 .....	32
4.1	Historia .....	32
4.2	Componentes de Kinect for Windows v2.....	35
4.3	Comparación con la versión antigua y requisitos de funcionamiento .....	37
4.3.1	Requisitos de funcionamiento .....	38
4.4	Captación del movimiento .....	39
4.4.1	Captación del cuerpo mediante la Kinect v2.....	39
4.4.2	Captación de la cara mediante Kinect v2 .....	41

4.5 Objetivos de Microsoft para Kinect for Windows v2.....	42
4.5.1 Kinect Software Development Kit .....	44
4.6 Usos Actuales .....	44
5 Diseño de la herramienta.....	46
5.1 Descripción de las aplicaciones .....	47
5.1.1 Versión voz .....	47
5.1.1.1 Interfaz principal .....	47
5.1.1.2 Prueba 1 .....	50
5.1.1.3 Prueba 2 .....	52
5.1.1.4 Prueba 3 .....	54
5.1.2 Versión cuerpo .....	55
5.1.2.1 Interfaz principal .....	56
5.1.2.2 Prueba 1 .....	58
5.1.2.3 Prueba 2 .....	61
5.1.2.4 Prueba 3 .....	63
5.2 Datos guardados .....	64
5.3 Escenario y diseño del experimento .....	70
5.4 Consentimiento informado .....	73
6 Análisis y resultados .....	75
6.1 Descripción de la muestra.....	75
6.2 Estudio de regresión lineal.....	75
6.2.1 Resultados del estudio de regresión lineal para la prueba Stroop con Voz (Test 1) ..	77
6.2.2 Resultados del estudio de regresión lineal para la prueba Stroop con Cuerpo (Test 1) ..	81
6.3 Otros resultados obtenidos.....	85
7 Conclusiones y trabajo futuro .....	88
7.1 Conclusiones.....	88
7.2 Trabajo futuro .....	89
Referencias .....	91
Glosario .....	I
Anexos.....	II
ANEXO A - Láminas de Stroop.....	II
ANEXO B - PRESUPUESTO.....	V
ANEXO C - Consentimiento Informado .....	XIII

# ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 2-1 Phineas Gage (14)</i> .....	7
<i>Figura 2-2 : Tabla de secuencia de letras (36)</i> .....	17
<i>Figura 2-3 : Tabla de figuras para test WCST (38)</i> .....	18
<i>Figura 2-4 : Ejemplo de hojas para test de trail-making (40)</i> .....	19
<i>Figura 2-5 : Ejemplo de tarea de castigo</i> .....	20
<i>Figura 2-6 : Distribución estadística del efecto Stroop (51)</i> .....	27
<i>Figura 3-1 : Action Units (53)</i> .....	29
<i>Figura 3-2 : Joints Kinect</i> .....	31
<i>Figura 4-1 : PUT THAT THERE (58)</i> .....	33
<i>Figura 4-2 : Eye Toy y Wii</i> .....	34
<i>Figura 4-3 : Componentes Kinect for Windows v2</i> .....	36
<i>Figura 4-4 : Kinect for Windows v2 (59)</i> .....	37
<i>Figura 4-5 : Kinect (60)</i> .....	38
<i>Figura 4-6 : Body Joints (63)</i> .....	40
<i>Figura 4-7 : Cara 3D obtenida con Kinect</i> .....	41
<i>Figura 5-1 : Diagrama de aplicación</i> .....	47
<i>Figura 5-2 : Interfaz de usuario</i> .....	49
<i>Figura 5-3 : Diagrama de la prueba</i> .....	50
<i>Figura 5-4 : Instrucciones Prueba 1 de voz</i> .....	51
<i>Figura 5-5 : Interfaz Prueba 1 de voz</i> .....	51
<i>Figura 5-6 : Instrucciones Prueba 2 de voz</i> .....	53
<i>Figura 5-7 : Interfaz Prueba 2 de voz</i> .....	53
<i>Figura 5-8 : Instrucciones de Prueba 3 de voz</i> .....	54
<i>Figura 5-9 : Interfaz Prueba 3 de voz</i> .....	55
<i>Figura 5-10 : Diagrama general de aplicación de cuerpo</i> .....	56
<i>Figura 5-11 : Interfaz de entrada aplicación de cuerpo</i> .....	57
<i>Figura 5-12 : Diagrama general funcionamiento de las pruebas de cuerpo</i> .....	58
<i>Figura 5-13 : Instrucciones Prueba 1 de movimiento del cuerpo</i> .....	59
<i>Figura 5-14 : Ejemplo Prueba1 de movimiento del cuerpo</i> .....	59
<i>Figura 5-15 : Prueba 1 de movimiento del cuerpo</i> .....	60
<i>Figura 5-16 : Prueba 1 de movimiento del cuerpo</i> .....	60
<i>Figura 5-17 : Instrucciones prueba 2 de movimiento del cuerpo</i> .....	61
<i>Figura 5-18 : Ejemplo prueba 2 de movimiento del cuerpo</i> .....	62
<i>Figura 5-19 : Instrucciones prueba 3 de movimiento del cuerpo</i> .....	63
<i>Figura 5-20 : Ejemplo prueba 3 de movimiento del cuerpo</i> .....	64

<i>Figura 5-21 : Escenario del experimento (Plano).....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 5-22 : Escenario del experimento (Vista 1).....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 5-23 : Escenario del experimento (Vista 2).....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 6-1 : Representación en 3D del esqueleto virtual con Matlab.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 6-2 : Análisis de múltiples variables Stroop con voz .....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 6-3 : Análisis de múltiples variables con logaritmos Stroop con voz .....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 6-4 : Gráfico de residuos.....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 6-5 : Análisis de múltiples variables Stroop con cuerpo .....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 6-6 : Análisis múltiples variables con logaritmos Stroop con cuerpo .....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 6-7 : Gráfico de residuos.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 6-8 : Ejemplo interfaz prueba de cuerpo .....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 7-1 : Representación del cuerpo con MATLAB.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 7-2 : Representación de la cara en 3D.....</i>	<i>89</i>

# ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 : Cuestionario BIS-11.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 2 : Body Joints .....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 3 : Animation Units.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 4 : Variables del análisis .....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 5 : Correlaciones de BIS-11 con variables de movimiento (Prueba voz) .....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 6 : Resultados del modelo ajustado.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 7 : Tabla Test Chi-cuadrado .....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 8 : Correlaciones de BIS-11 con variables de movimiento (prueba cuerpo).....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 9 : Resultados del modelo ajustado.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 10 : Tabla Test Chi-cuadrado .....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 11 : Correlaciones prueba de voz.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 12 : Correlaciones prueba de cuerpo .....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 13 : Lámina P .....</i>	<i>II</i>
<i>Tabla 14 : Lámina C .....</i>	<i>III</i>
<i>Tabla 15 : Lámina PC .....</i>	<i>IV</i>





# 1 Introducción y objetivos

---

## 1.1 Introducción

Actualmente uno de los principales problemas del diagnóstico de las patologías psicológicas, es la falta de datos objetivos en los que basarse para tomar una conclusión fidedigna.

Esto puede llevar a que, según qué especialista trate al paciente, existan diagnósticos diferentes. De esta manera, un paciente podría verse afectado por un cambio de valoración a lo largo de su historia clínica, teniendo como consecuencia:

- Posible retraso en el tratamiento de una patología mental
- Dificultad de llevar un seguimiento de la patología

Además, podría darse el caso de que se diagnostique erróneamente una enfermedad. En este caso, además de tratar a una persona sana que no necesita tratamiento, se puede estar perjudicando también a futuros pacientes, puesto que si se toma como precedente de algún modo al paciente con diagnóstico erróneo para cualquier toma de decisión futura, éste falsearía completamente los resultados de cualquier análisis.

Por estos motivos, se han tratado de desarrollar diferentes test y cuestionarios que permitan obtener datos objetivos sobre los que trabajar a la hora de diagnosticar una patología mental. Entre estos test podemos encontrar el Stroop, un test que se utiliza principalmente para medir la impulsividad del sujeto que lo realiza. Los resultados del mismo suelen usarse para determinar si el sujeto presenta TDAH (trastorno por déficit de atención e hiperactividad).

Como medida adicional es muy común la realización de cuestionarios de conducta que midan, aspectos como la impulsividad y la extroversión de una persona. Para estudiar

aspectos de la personalidad (en concreto la impulsividad) en este proyecto se va a emplear el test BIS-11 (Escala de impulsividad de Barratt).

Además, en el presente proyecto se va a realizar una adaptación del test Stroop que permita obtener los beneficios de la tecnología Kinect y así poder obtener datos más precisos. Analizando, tanto el movimiento del cuerpo durante todo el proceso, como de los tiempos de reacción y las expresiones faciales de los sujetos sometidos a dicho test.

## ***1.2 Objetivos y fases del proyecto***

El objetivo principal de este proyecto es la realización del test Stroop adaptado para Kinect, guardando y almacenando resultados objetivos que puedan ser medidos y comparados en cualquier momento que el investigador los necesite.

Para ello, se han programado dos aplicaciones con el entorno de desarrollo integrado Visual Studio 2013. Ambas aplicaciones serán versiones adaptadas del test Stroop para su puesta en práctica a través de la tecnología Kinect.

Una de ellas es una versión similar al test Stroop original, pero levemente modificada, para que los datos sean leídos por la Kinect. En ésta versión la interacción entre el sujeto y la aplicación se realizará mediante la voz. La segunda aplicación es una versión modificada, en la que el usuario tendrá que interactuar mediante movimientos corporales con la aplicación.

En ambas aplicaciones se obtendrán datos de los movimientos corporales, expresiones faciales y tiempos de reacción, así como de los aciertos y fallos que vaya cometiendo el sujeto.

Además de este test, los pacientes que realicen las pruebas deberán rellenar unos cuestionarios escritos de impulsividad, valorando su grado de conformidad respecto a

diversas afirmaciones. De esta forma, luego se podrán comparar sus respuestas con los datos obtenidos en el test Stroop.

Posteriormente se contrastarán todos los datos, buscando conclusiones objetivas que busquen una diferenciación entre los sujetos impulsivos y no impulsivos.

Para la obtención de estos objetivos se ha dividido el proyecto en varias fases de desarrollo, que posteriormente se detallaran.

Las fases de desarrollo son las siguientes:

- Fase de búsqueda de información y aprendizaje: Es la primera fase del proyecto, en la que se ha obtenido toda la información de los test que se van a realizar y se aprende a programar aplicaciones en C# y aplicaciones empleando el código asociado a la Kinect.
- Fase de desarrollo de las aplicaciones: En esta fase se han desarrollado ambas aplicaciones en C# para WPF (Windows Presentation Foundation). Todo se ha programado con Visual Studio 2013.
- Experimentación y toma de datos: En esta fase se han realizado los test a una muestra lo más amplia posible de individuos. Se han realizado pruebas a estudiantes y personal de la UC3M, con su consiguiente consentimiento.
- Estudio y comparación de resultados: Se han estudiado los resultados de todos los sujetos analizados, comparándolos entre ellos y con sus test conductuales. El propósito de esta fase, es demostrar que los datos obtenidos son objetivos y fiables para se puedan aplicar en el estudio de la impulsividad, por lo que se ha tratado de demostrar su validez y fiabilidad. En esta fase todos los resultados y análisis se han desarrollado mediante Matlab y StatGraphics.

### 1.3 Organización de la memoria

La memoria consta de los siguientes capítulos:

- *Impulsividad.* En este capítulo se dará una definición de la impulsividad y algunos conceptos relacionados. Además se enumerarán y detallarán algunos métodos de medición de la impulsividad.
- *Estándares de registro del movimiento corporal y facial.* Se detallarán los estándares existentes actualmente para la medición del movimiento corporal y facial.
- *Herramienta utilizada : Kinect for Windows v2.* En este capítulo se comentará todos los aspectos relacionados con la herramienta empleada en este Trabajo Fin de Grado ( Kinect for Windows v2).
- *Diseño de la herramienta.* Esta sección, aclara el funcionamiento de las aplicaciones desarrolladas que versionan el test psicológico Stroop. Además se informa de todos los datos guardados por las aplicaciones.
- *Análisis y resultados.* Este capítulo detallará los análisis efectuados y los resultados obtenidos.
- *Conclusiones y trabajos futuros.* Presenta las conclusiones extraídas de la realización del TFG y se analizan los límites de la misma, indicando también el posible trabajo futuro para la continuación del proyecto.
- *Anexos.* Incluye el presupuesto estimado del presente TFG además de varios anexos.

## 2 Impulsividad

---

En este capítulo, se introducen los distintos elementos, relacionados con el constructo<sup>1</sup> de impulsividad, necesarios para el desarrollo del proyecto. Primeramente, se presenta una posible definición de la impulsividad. Tras ello, por completitud, se realiza un breve recorrido sobre sus bases neurológicas. Finalmente, se exponen los métodos más comúnmente usados para su evaluación: cuestionarios y pruebas computarizadas.

### ***2.1 Introducción a la impulsividad: definición y conceptos relacionados***

La impulsividad es un constructo multifacético para el que no existe una definición consensuada. Se puede definir de forma simple como la tendencia a actuar de forma prematura sin prever las consecuencias (1). Sin embargo, la definición que diferentes autores adoptan depende del enfoque de su investigación. Por ello, se puede encontrar un número importante de definiciones, más o menos detalladas, en la literatura (2; 3). Entre estas, Moeller et al. (4) propusieron una definición que unificaba los elementos comunes de la mayoría de las propuestas. Estos autores definieron la impulsividad como "una predisposición a realizar reacciones rápidas y no planeadas ante estímulos internos o externos sin considerar las consecuencias negativas hacia el mismo individuo o hacia otros".

Individuos impulsivos suelen caracterizarse por ser poco previsores, muy impacientes y por buscar una gratificación inmediata sin planificar el futuro (5). Además, la alta impulsividad es una de las características principales en un gran número de enfermedades mentales. En niños, se encuentra presente en uno de los trastornos más frecuentes para esta población: el llamado Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH). Esta enfermedad mental se caracteriza porque los pacientes que la sufren presentan, además de

---

<sup>1</sup> Constructo: Según la Real Academia Española, construcción teórica que se desarrolla para resolver un cierto problema científico

---

una alta impulsividad, problemas para mantener la atención y un alto grado de hiperactividad (6). Además estos pacientes suelen tener problemas tanto en el ámbito familiar como en el escolar (con altas tasas de fracaso escolar) (7). En adultos, la alta impulsividad es uno de los elementos fundamentales para el diagnóstico de distintos trastornos de conducta como son el trastorno límite de personalidad, personalidad antisocial, el abuso de sustancias, el juego patológico, trastornos de la conducta alimenticia, o el trastorno bipolar (8) (9).

Lo recién expuesto, tiene una relevancia aún mayor cuando se observa que la impulsividad es mayoritariamente temperamental. Entendiendo por temperamento<sup>2</sup>, aquellas características del individuo que dependen de su herencia genética y que son bastante estables a lo largo de la vida de la persona. Por ello, se suele distinguir entre impulso e impulsividad. Por un lado, los impulsos representan, por lo general, necesidades urgentes con una alta carga emocional para el organismo que las experimenta, se pueden considerar equiparables a las “pulsiones” en la teoría psicoanalítica y corresponderían a trazos de “animalidad” en los humanos. En la obra de W. James (10), por ejemplo, todos los instintos son impulsos, pero no todos los impulsos son instintivos porque la razón y el aprendizaje modifican el comportamiento del ser humano. Por otro lado, la impulsividad, como se ha comentado, es un rasgo de personalidad. Esta se relaciona más con un patrón de comportamiento, mientras que los impulsos son mayoritariamente de naturaleza cognoscitiva. En los últimos años se han realizado numerosas investigaciones sobre este tema, dado que hay un interés creciente por entender las características de la impulsividad (11).

### **2.1.1 Neurobiología de la impulsividad**

Partiendo de resultados obtenidos en estudios con pacientes que sufren algún daño neurológico, se ha comprobado que daños graves en la materia gris y blanca del córtex

---

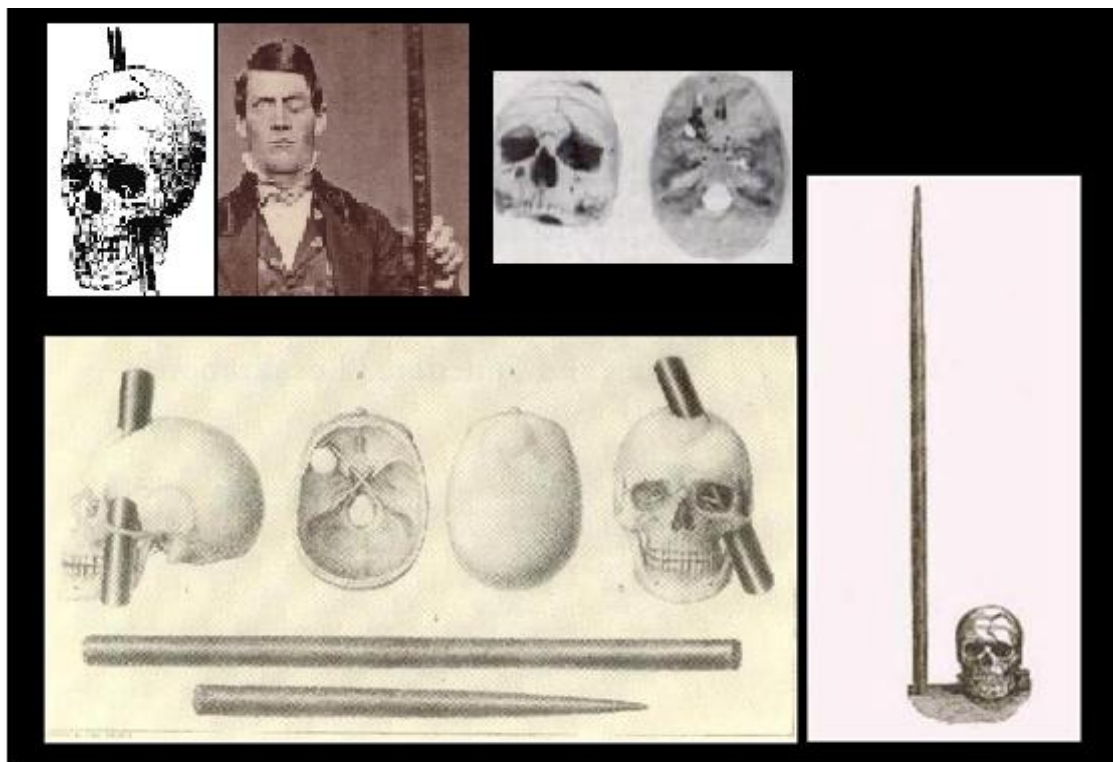
<sup>2</sup> El temperamento de un individuo contrasta con su carácter que son las acciones del individuo influenciadas por la sociedad y no por la genética.

---

pre-frontal pueden provocar comportamientos de personalidad pseudopsicopática. Uno de los casos más famoso de conducta impulsiva es el caso de Phineas Gage. Phineas era un trabajador del ferrocarril, que en 1848 sufrió un accidente y una barra de hierro atravesó su cráneo, causando una gran lesión en el cortex orbito-frontal. Phineas sobrevivió al accidente y se recuperó de las heridas, sin embargo, pronto se observó el profundo cambio de personalidad que sufrió con inclusión de conductas inapropiadas e impulsivas (12). (Ver figura 2-1).

Investigaciones recientes han señalado que personas “neurológicamente sanas” con algún diagnóstico antisocial de la personalidad muestran también déficit pre-frontales leves. Además, es importante tener en cuenta, que la causa de una patología en una región del cerebro debe ser comprendida en el contexto de sistemas neurológicos multicomponente. Así, la alteración de los circuitos pre-frontales estará acompañada de alguna alteración en varias estructuras subcorticales, sus interconexiones y en la actividad de estas regiones, relacionadas con las funciones ejecutivas y la regulación emocional (12).

Gracias a los avances técnicos en neuroimagen, es posible la localización de áreas del cerebro que pueden estar dañadas y que ayuden a su diagnóstico (14).



**Figura 2-1 Phineas Gage (14)**

## **2.2 Métodos de medición de impulsividad**

Existen distintos medios destinados a evaluar la impulsividad de una persona. Los más sencillos y rápidos son las escalas y cuestionarios, que mediante la presentación de una serie de ítems, estiman el grado de impulsividad de un individuo. Por otro lado, existen test computarizados en los que la impulsividad es evaluada mediante la realización de determinadas tareas. A continuación se presentan los cuestionarios y test computarizados más comúnmente utilizados para medir la impulsividad.

### **2.2.1 Escalas y cuestionarios de medición de la impulsividad**

En esta sección, se presentan varios de los cuestionarios más utilizados en la actualidad para medir impulsividad. Entre estos, la escala de impulsividad de Barrat, versión 11, (BIS-11) se explicará con más detalle ya que es utilizada en el estudio piloto realizado para evaluar el instrumento desarrollado.

#### **2.2.1.1 Cuestionario de personalidad de Eysenck- Revisado**

Este cuestionario se basa en la parte de la personalidad que se considera que tiene una base genética, a esta parte se le llama temperamento, y está presente desde el nacimiento o incluso antes en nuestros genes. El cuestionario consta de 100 preguntas, con respuesta SI o NO. Este cuestionario mide tres dimensiones de la personalidad como son:

- ✓ *Extraversión.* Está relacionada con la necesidad de estímulos externos, la facilidad de relacionarse y los sentimientos positivos. Dentro de esta dimensión se pueden encontrar aspectos relacionados con la impulsividad.
- ✓ *Neuroticismo.* Está relacionado con un alto nivel de emociones negativas en el carácter, como puede ser depresión o ansiedad.



- ✓ *Psicoticismo*. Se relaciona con la agresividad, hostilidad o un comportamiento cambiante. También tiene cierta relación con la impulsividad.

A pesar de que el cuestionario EPQ-R toma entre sus mediciones datos relacionados con la impulsividad, se decidió no utilizarlo debido a que solo algunas preguntas estaban enfocadas a obtener datos acerca de la impulsividad (15; 16).

#### **2.2.1.2 Cuestionario de impulsividad - temeridad - empatía I<sub>7</sub>**

El cuestionario I<sub>7</sub> desarrollado por Eysenck et al. 1985 (17), se emplea de forma frecuente para evaluar aspectos de impulsividad. Este cuestionario fue desarrollado originalmente para medir temeridad y impulsividad, constaba de 54 ítems, de los cuales 19 medían la impulsividad y 16 la temeridad, los ítems restantes se contaban como ítems de relleno. Posteriormente se descubrió que los ítems sobrantes podían dar datos de una tercera dimensión, la empatía (18).

#### **2.2.1.3 Escala de impulsividad funcional y disfuncional de Dickman**

Dickman hace hincapié en que las consecuencias de la impulsividad no son siempre negativas. Propone que la impulsividad es la tendencia a reflexionar menos que la mayoría de las personas antes de realizar una acción, dependiendo de lo favorables o desfavorables que sean las consecuencias distingue dos dimensiones de la impulsividad (19). La impulsividad funcional que está relacionada con la tendencia a tomar decisiones rápidas cuando se realiza una acción en beneficio de la persona y la disfuncional relacionada con decisiones rápidas e irreflexivas que comportan consecuencias negativas para la persona. Dickman desarrolló una escala para poder medir los dos tipos de impulsividad, la Escala de Impulsividad de Dickman. Este instrumento está formado por 23 ítems de respuesta verdadero/falso que se dividen en dos sub-escalas, 11 ítems se refieren a impulsividad funcional y 12 a impulsividad disfuncional (20) (21).

#### **2.2.1.4 NEO PI-R**

El Inventario de Personalidad NEO PI-R, (Revised Neo Personality Inventory), publicado en español por TEA Ediciones (3ª edición revisada y ampliada, 2008), bajo el nombre Inventario de Personalidad NEO Revisado, es uno de los test más prestigiosos utilizados

---

para la evaluación de la personalidad. Examina los cinco grandes dominios de la personalidad: Neuroticismo, Extraversión, Apertura a la Experiencia, Cordialidad y Responsabilidad (22).

Consta de un cuestionario de 240 preguntas de tipo de respuesta en una escala likert de cinco opciones (método de evaluación, donde al responder a una pregunta, se especifica el grado de acuerdo o desacuerdo: 0 Total desacuerdo, 1 Desacuerdo, 2 Neutral, 3 De acuerdo, 4 Totalmente de acuerdo).

#### 2.2.1.5 *NEO-FFI*

El Inventario de la Personalidad Reducido de Cinco Factores (NEO-FFI, NEO Five-Factor Inventory), es una versión reducida del NEO PI-R. Esta versión solo contiene sesenta ítems que evalúan los cinco grandes factores de la personalidad.

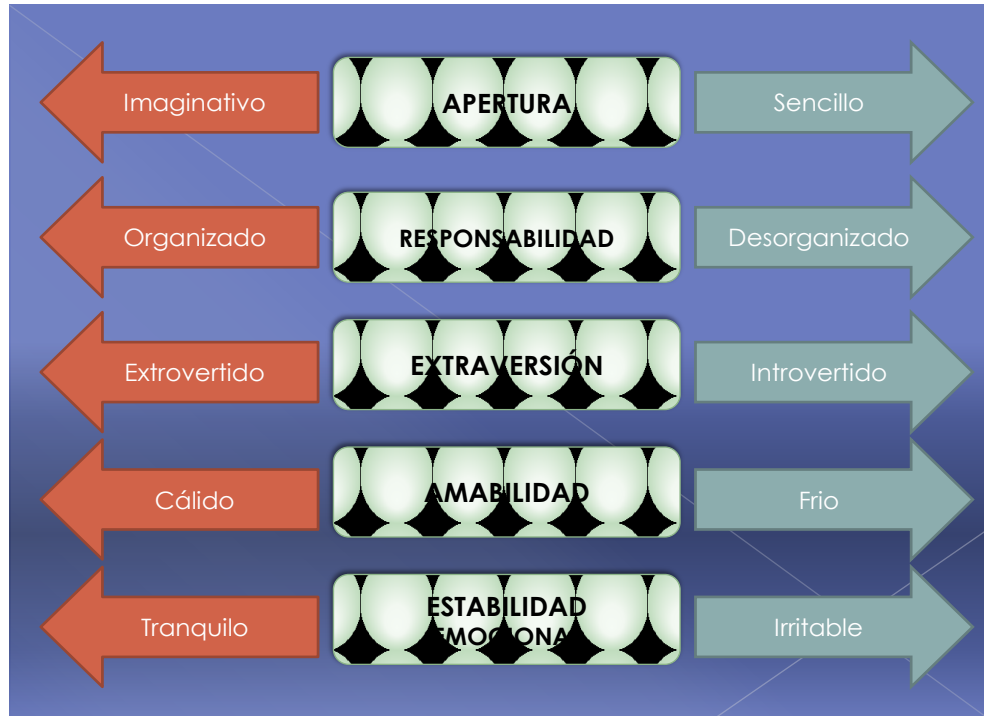
Sobre este instrumento existe abundante investigación que muestra unas buenas o excelentes cualidades psicométricas, que se han mantenido en la adaptación española gracias a la rigurosa adaptación realizada (23).

##### 2.2.1.5.1 *Los cinco grandes factores de la personalidad*

Existe un consenso entre los expertos en personalidad en afirmar que la personalidad puede categorizarse en cinco grandes factores (24) (25). La definición de cada uno de ellos es la siguiente:

- ✓ *Apertura a la Experiencia.* Evalúa en qué grado un sujeto busca nuevas experiencias personales y concibe su futuro de una manera creativa. El sujeto abierto a la experiencia es imaginativo, aprecia el arte y la estética. Su opuesto es el Cerrazón a la Experiencia (o al Cambio), estos sujetos disfrutan más de lo sencillo que de lo complejo.

- ✓ *Responsabilidad.* El sujeto con una alta puntuación en este factor es organizado, con gran capacidad de concentración, que termina sus tareas y que piensa antes de tomar una decisión.
- ✓ *Extraversión.* Define el grado en que el sujeto se muestra abierto con los demás y le agrada estar rodeado de otras personas, cuánto le gusta expresarse ante los demás, etc. Su opuesto es la Introversión, sujetos reservados, que a menudo son tachados de antipáticos.
- ✓ *Amabilidad.* Es el grado en que la persona se muestra respetuosa, tolerante y tranquila. La persona amable es aquella que confía en la honestidad de los otros individuos, tiene vocación para ayudar y asistir a quien lo necesite.
- ✓ *Estabilidad emocional.* Define en qué grado una persona afronta sin problema las situaciones complicadas de la vida. Los sujetos tranquilos no suelen sentir rabia o enfado, y suelen ser animados y gestionan muy bien sus crisis personales.



### 2.2.1.6 *Escala de Impulsividad de Barratt versión 11 - BIS-11*

La escala de impulsividad de Barratt versión 11 (BIS-11) (9) es uno de los instrumentos más utilizados para evaluar la impulsividad. Se usa tanto en investigaciones psicológicas, psiquiátricas, sociológicas y educativas como en la labor clínica diaria de los profesionales médicos. Por esta razón y por centrarse exclusivamente en la medición de la impulsividad, se seleccionó en este proyecto con el objetivo de obtener indicadores numéricos de la personalidad de un individuo. Estos indicadores serán posteriormente utilizados para identificar patrones comportamentales que reflejen impulsividad.

La primera versión del BIS data del año 1959 (26), y se desarrolló para intentar relacionar ansiedad e impulsividad con la eficacia psicomotora. La BIS-11, que consta de 30 ítems, es la versión de la escala de impulsividad de Barratt actualmente en uso. Ha sido validada en diversas poblaciones (27) (28) e internacionalmente es la más empleada entre los diversos cuestionarios que miden impulsividad. Se ha mostrado que posee altos índices de confiabilidad y validez interna (validez causal) (29). Ha sido utilizado para apoyar el diagnóstico de diversas enfermedades mentales como son: agresividad, autoagresión, conducta suicida, búsqueda de sensaciones, consumo de alcohol y drogas, trastorno bipolar, déficit atencional, trastorno de la conducta alimenticia, trastorno de personalidad límite y trastorno de personalidad antisocial (30) (31) (32). La adaptación española de la BIS-11 se muestra en la Tabla 1.

	Raramente o nunca	En ocasiones	A menudo	Casi siempre
1 - Planifico mis tareas con cuidado	4	3	2	1
2 - Hago las cosas sin pensarlas	1	2	3	4
3 - Tomo decisiones con rapidez	1	2	3	4
4 - Soy despreocupado	1	2	3	4
5 - No presto atención	1	2	3	4
6 - Tengo pensamientos que van muy rápido en mi mente	1	2	3	4
7 - Planifico mis viajes con antelación	4	3	2	1
8 - Soy una persona con autocontrol	4	3	2	1
9 - Me concentro con facilidad	4	3	2	1
10 - Ahorro con regularidad	4	3	2	1
11 - Se me hace difícil estar quieto largos periodos de tiempo	1	2	3	4
12 - Pienso las cosas cuidadosamente	4	3	2	1
13 - Planifico para tener un trabajo fijo	4	3	2	1
14 - Digo las cosas sin pensarlas	1	2	3	4
15 - Me gusta pensar sobre problemas complicados	4	3	2	1
16 - Cambio de trabajo frecuentemente	1	2	3	4
17 - Actúo impulsivamente	1	2	3	4
18 - Me aburro con facilidad tratando de resolver problemas en mi mente	1	2	3	4
19 - Hago las cosas en el momento que se me ocurren	1	2	3	4
20 - Pienso las cosas con serenidad	4	3	2	1
21 - Cambio de vivienda a menudo	1	2	3	4
22 - Compró cosas impulsivamente	1	2	3	4
23 - Sólo puedo pensar en un problema a la vez	1	2	3	4
24 - Cambio de hobbies	1	2	3	4
25 - Gasto en efectivo o crédito más de lo que gano	1	2	3	4
26 - A veces tengo pensamientos irrelevantes cuando pienso	1	2	3	4
27 - Me interesa más el presente que el futuro	1	2	3	4
28 - Me siento inquieto en clases o charlas	1	2	3	4
29 - Me gustan los rompecabezas	4	3	2	1
30 - Planifico para el futuro	4	3	2	1

**Tabla 1 : Cuestionario BIS-11**

Tras revisar análisis de otros autores, Barratt concluyó que la impulsividad no es un constructo unidimensional. Planteó que la impulsividad está constituida por tres sub-escalas: impulsividad cognitiva, impulsividad motora e impulsividad no planeada. Esta estructura ha sido reiteradamente verificada en la literatura (33).

La impulsividad cognitiva se refiere a la capacidad para mantener la atención de forma sostenida y controlar la intrusión de pensamientos ajenos a la tarea. La impulsividad motora indica la capacidad del individuo para evitar dejarse llevar por las emociones del momento. La impulsividad no planeada indica toma de decisiones rápidas sin planificación.

Los ítems que componen cada una de las sub-escalas se muestran a continuación:

- Impulsividad Cognitiva: 8 ítems - 4, 7, 10, 13, 16, 19, 24 y 17.
- Impulsividad Motora: 10 ítems – 2, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 23, 26 y 29.
- Impulsividad No Planeada: 12 ítems – 1, 3, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 22, 25, 28 y 30.

Cada ítem consta de cuatro opciones de respuesta: 0 – raramente o nunca, 1 – ocasionalmente, 3 – a menudo, 4 – siempre o casi siempre.

Las preguntas 1, 5, 6, 7, 10, 11, 13, 17, 19, 22, y 30 se formulan y por tanto se puntúan de forma inversa. La puntuación de cada una de las sub-escalas se obtiene sumando las puntuaciones parciales obtenidas en cada uno de sus ítems. La puntuación total se obtiene de la suma de todos los ítems y no existe un punto de corte propuesto (29).

Posteriormente Barratt et. al realizaron una revisión de la escala (33)., el Barratt Impulsiveness Scale BIS-11, (Patton, Stanford & Barratt, 1995), mostrando que además de

los tres factores principales posee seis sub-factores secundarios (34) . la estructura revisada de la escala se muestra en la siguiente tabla:

Factor I: Impulsividad Motora Total	Sub-factor: Impulsividad Motora
	Sub-factor: Perseverancia
Factor II: Impulsividad Cognitiva	Sub-factor: Atención
	Sub-factor: Inestabilidad Cognitiva
Factor III: Impulsividad No Planeada	Sub-factor: Autocontrol
	Sub-factor: Complejidad Cognitiva

A continuación se detalla cada uno de las sub-factores:

- a) *Atención*. Se relaciona con la capacidad para mantener la concentración durante la realización de tareas.
- b) *Impulsividad Motora*. Es la tendencia a actuar según los estados emocionales transitorios o del momento.
- c) *Autocontrol*. Se relaciona con una orientación a planear y pensar cuidadosamente las acciones antes de llevarlas a cabo.
- d) *Complejidad Cognitiva*. Indica que el individuo disfruta de pruebas mentales que le resulten desafiantes, como el cálculo mental, acertijos, etc.
- e) *Perseverancia*. Trata de un estilo de vida consistente, con regularidad y hábitos.
- f) *Inestabilidad Cognitiva*. Se relaciona con la tendencia que sufren algunos individuos a distraerse, a la interferencia de sensaciones u pensamientos intrusivos.

### 2.2.2 Test de medición de la impulsividad

Además de los cuestionarios anteriormente descritos, es posible medir la impulsividad mediante determinados test neuro-psicológicos. Estos test emplean una serie de tareas, que

deberá realizar el sujeto para tratar de medir de forma cuantificable la impulsividad del participante.

Tras estudiar los distintos test que actualmente se emplean para analizar y detectar la impulsividad, se decidió utilizar el test Stroop por la posibilidad que ofrecía implantar la tecnología Kinect a este test.

Varios ejemplos de pruebas computarizadas que miden la impulsividad por distintos medios son:

#### **2.2.2.1 *Tarea de la señal de stop***

Este test se basa en la ejecución de dos tareas: la principal y la de stop.

La tarea principal consiste en determinar lo más rápidamente posible, si un estímulo que se le presenta al usuario, es una X o una O, respondiendo mediante dos teclas diferentes del ordenador.

La tarea de stop mostrará un círculo verde (la señal de stop) por encima de la X o la O que indicará al sujeto que no debe ejecutar la respuesta de la tarea principal.

De esta manera se persigue encontrar el momento en el que el participante consigue inhibir la respuesta. Para obtener una medición de la impulsividad en este test se analiza el tiempo de reacción de cada individuo a la tarea de Stop (35).

#### **2.2.2.2 *Conner's Continuous Performance Test -II (CPT-II)***

En este test, al sujeto se le mostraran una serie de letras. Cada vez que en pantalla aparezca una letra, el sujeto deberá pulsar la barra espaciadora. Las letras pueden aparecer en intervalos de 1, 2 o 4 segundos. El sujeto deberá realizar siempre este proceso excepto



cuando la letra mostrada sea una X. En ese caso, el sujeto deberá inhibir la acción y no pulsar la barra espaciadora.

La prueba tiene una duración fijada de 14 minutos en los que se irán mostrando diferentes "X".

La medición de la impulsividad para este test dependerá del tiempo de reacción y el número de fallos que haya cometido el sujeto.

En la figura 2-2 aparece una tabla con bloques de secuencia de letras que podrían ser utilizadas para este test (35).

Bloque	Secuencia de letras										Intervalo inter-estímulo (segundos)
1	P	E	I	G	M	Q	X	S	O	C	4
2	D	H	X	L	B	O	U	M	X	J	1
3	G	O	U	R	D	X	Q	I	P	C	2
4	X	H	I	B	J	S	A	R	M	Q	4
5	S	D	O	L	U	I	G	X	Q	F	2
6	H	C	J	L	I	E	X	A	U	X	1
7	O	G	H	U	C	S	P	E	M	F	4
8	I	U	D	A	X	Q	R	C	S	O	2
9	F	O	L	R	J	X	P	I	U	E	1
10	G	L	U	O	M	X	F	R	Q	D	4
11	F	M	G	X	I	E	C	S	X	O	1
12	H	D	E	I	L	R	U	X	F	A	2
13	O	J	X	D	P	E	C	M	U	A	1
14	O	F	X	U	B	E	G	A	S	J	2
15	S	C	B	J	A	M	H	G	E	U	4
16	Q	G	M	R	H	X	C	J	O	A	1
17	E	S	J	L	M	H	P	U	I	R	2
18	I	A	B	L	E	H	R	F	G	S	4

**Figura 2-2 : Tabla de secuencia de letras (36)**

### 2.2.2.3 Test de Clasificación de Cartas de Wisconsin (WCST)

Este test consta de 64 cartas con figuras que varían en la forma (triangular, cuadrado, redonda o cruz), el color (rojo, azul, verde o amarillo) y el número (uno, dos, tres o cuatro) (37).

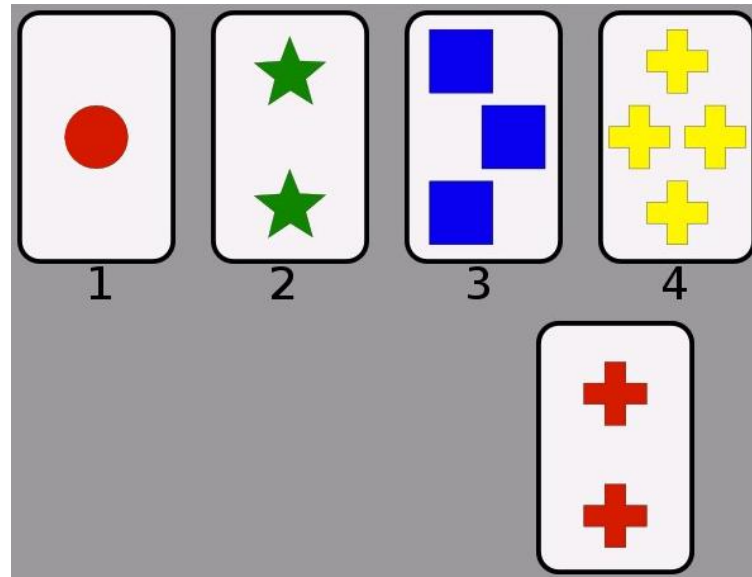
Para la realización del test se colocaran 4 cartas en la parte superior de diferente color, forma o número. Además se le irán entregando una serie de cartas al sujeto.

Cada vez que el sujeto reciba una carta, se le habrá explicado previamente la norma a seguir. Por ejemplo, norma de solo emparejar las cartas con las del mismo color, o solo emparejarlas con la misma forma.

Cuando el sujeto haya realizado 10 respuestas seguidas con la misma norma, la norma cambiara para las siguientes 10 respuestas, el test finaliza cuando el sujeto haya terminado 6 series.

Esta prueba produce diversas variables relevantes como son el número de aciertos, el número de categorías conseguidas, el número de errores perseverativos (perseverar en la categoría anterior) y el número de errores no perseverativos (35).

En la figura 2-3 se ilustra el conjunto de figuras que se podrían utilizar para realizar este test.



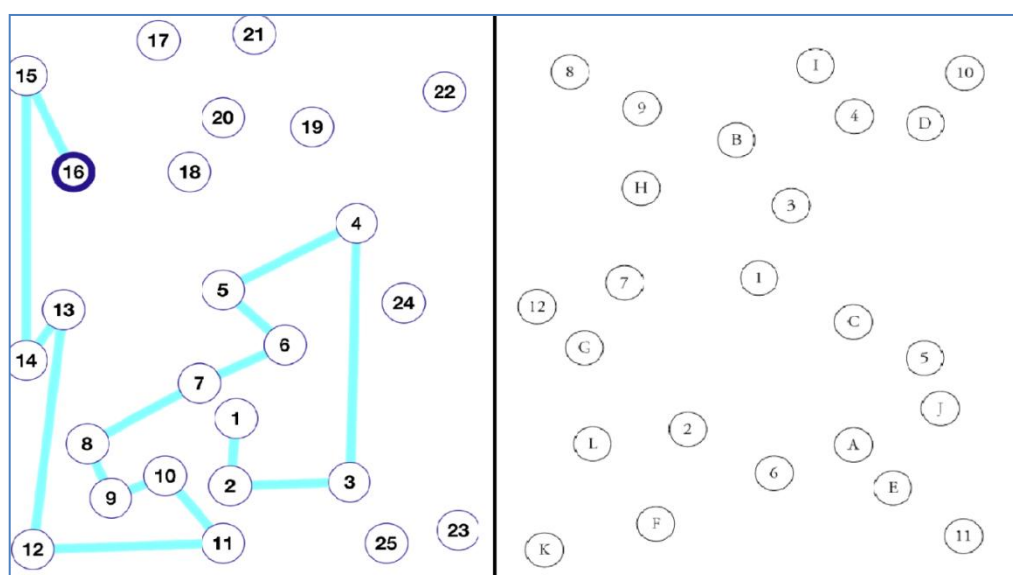
**Figura 2-3 : Tabla de figuras para test WCST (38)**

#### 2.2.2.4 *Test trail-making*

Esta tarea consta de dos partes. En la primera parte, se entregará una hoja de papel con números del 1 al 25 pintados en ella. Los participantes deberán unir, sin levantar el lápiz del papel, los 25 números en orden (39).

La segunda tarea, es similar, pero aparecerán pintados números del 1 al 13 y 12 letras del abecedario y el participante deberá ir uniando sin levantar el lápiz, la letra y número correspondiente (ej. 1A2B3C4D).

La medida derivada relacionada con la impulsividad, es la interferencia medida a partir de la diferencia en tiempo (o en errores) entre ambas tareas (35).



**Figura 2-4 : Ejemplo de hojas para test de trail-making (40)**

En la figura 2-4 se muestra un ejemplo de las dos partes del test trail-making.

#### 2.2.2.5 *Tarea de Castigo*

Esta tarea consta de tres partes denominadas pre-castigo, castigo y post-castigo.

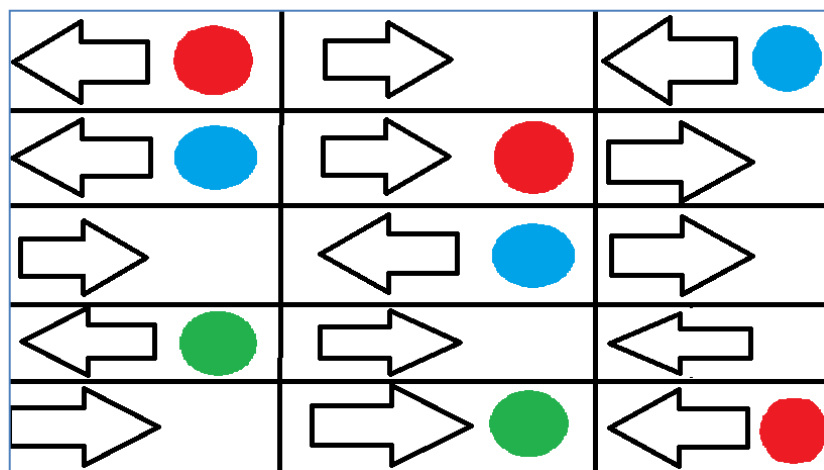
En todas las partes se muestran tres posibles figuras, flecha a la izquierda, flecha a la derecha y círculo de colores.

Durante la parte de pre-castigo se deberá hacer caso omiso a los círculos de colores. Deberá ir seleccionando izquierda o derecha en función de la flecha que aparezca. Se irán sumando puntos en función de los aciertos que vaya teniendo el individuo.

La parte de post-castigo será exactamente igual que la de pre-castigo.

Por último en la parte de castigo, el sujeto tendrá que permanecer alerta, ya que si junto a la flecha aparece un cuadrado de colores, deberá contenerse y no responder al estímulo. Si el sujeto responde al estímulo tendrá una penalización de puntos (35).

En la figura 2-5 se muestra un ejemplo del test tarea de castigo.



**Figura 2-5 : Ejemplo de tarea de castigo**

Las medidas de impulsividad derivadas de esta tarea son tres:

- Número de inhibiciones en la fase de castigo.
- Diferencia de tiempo de reacción entre la elección en las fases de castigo y pre-castigo.
- Diferencia del tiempo de reacción entre a círculos rojos y de otros colores en la fase de post-castigo.

#### 2.2.2.6 *Método de medida. Test de Stroop*

Tras describir varios Test o pruebas psicológicas, ahora vamos a centrarnos en todo lo referente al Test Stroop, en el que se basan las aplicaciones desarrolladas para este Trabajo Fin de Grado. Inicialmente en el apartado 2.2.2.6.1 se describe el efecto Stroop y su origen, posteriormente en el apartado 2.2.2.6.2 se detalla el procedimiento del Test Stroop, por último en el apartado 2.2.2.6.3 se explican las razones por las que se produce el efecto Stroop.

##### 2.2.2.6.1 *Descripción del Efecto Stroop*

El psicólogo norteamericano James McKeen Cattell (41), considerado como uno de los más importantes representantes de la escuela americana de psicología del siglo XIX, creó el término de test mental o psicológico y promovió la psicología aplicada al campo de la educación. En sus estudios comprueba que el tiempo que se tarda en leer las palabras es mucho menor que el que se necesita para reconocer los colores.

En investigaciones posteriores, John R. Stroop en 1935, describió el efecto que se produce ante un test en el que se pide a los participantes que indiquen el color de la tinta en los que están impresas unas listas de palabras con la mayor rapidez posible (42). La dificultad radica en que dichas palabras son, asimismo, nombres de colores. La tarea es sencilla cuando el color de la tinta coincide con el significado de la palabra que la describe. Sin embargo, la dificultad aumenta si el color de la tinta y el contenido semántico de la palabra son diferentes. A la reducción en el rendimiento de la tarea bajo estas últimas condiciones es a lo que se denomina efecto Stroop. El efecto Stroop, es uno de los fenómenos más estudiados en psicología y una de las pruebas más aplicadas en el ámbito escolar y neuropsicológico (43).

##### 2.2.2.6.2 *Descripción del Test Stroop e interferencia*

Para explicar en qué consiste el test, imaginemos que nos preguntan de qué color están escritas las siguientes palabras: **Rojo**, **Casa**, **Verde**. La mayoría de nosotros contestaremos rápidamente el nombre del color en que está escrita la palabra **Rojo**, ya que

coincide con el significado de la palabra. En cambio, con la palabra **Casa** tardaremos algo más en responder, pues nos provoca una interferencia, aunque baja, con su verdadero significado semántico. Pero la palabra que nos produce mayor complicación de todas es la última, pues tenderemos a decir **Verde** cuando el color en que está escrita es el **azul**. [16]

Teniendo en cuenta que nuestra atención es selectiva, esto quiere decir que la controlamos según nos interese, podremos prestar voluntariamente más atención a unas cosas que a otras en un momento dado, pero en ocasiones sufrimos interferencias como es el caso del efecto Stroop (44).

El test de Stroop es un test atencional que se encarga de evaluar la habilidad para resistir la interferencia de tipo verbal, por lo que es una buena medida de la atención selectiva. En términos básicos, evalúa la capacidad para clasificar información del entorno y reaccionar selectivamente a esa información (45).

La prueba consiste en tres tareas: **Lectura de palabras**, **Denominación de colores** y una última tarea de **Interferencia**. La comparación de las puntuaciones obtenidas en las tres tareas permite evaluar los efectos de la interferencia en el sujeto y su capacidad de control atencional. La sencillez de los estímulos y su breve tiempo de administración permiten usar esta prueba en casos muy diversos: daños cerebrales, drogadicción, demencia senil, psicopatología, estrés, alzhéimer, párkinson, depresión, esquizofrenia, autismo, TDAH, etc., independientemente del nivel cultural del sujeto, evaluando básicamente la interferencia cognitiva.

La originalidad del Stroop radica en el hecho de que la palabra coloreada suscita una respuesta verbal automática que requiere muchas de las mismas funciones neuro-psicológicas que son necesarias para nombrar los colores. Además, la velocidad de ambas reacciones (leer palabras y nombrar colores) es tal, que la respuesta de leer palabras ocupa los canales neuro-psicológicas que, al mismo tiempo, la respuesta de nombrar colores necesita para poder ser procesada. Existen dos formas de procesamiento:

1. Los **procesos automáticos**, que no consumen atención, no disminuyen la capacidad de procesamiento ya que no consumen recursos, no están sometidos al control del sujeto, desarrollan un procesamiento de la información en paralelo, se suelen adquirir (a excepción de algunos automatismos innatos) por aprendizaje, son bastante estereotipados una vez adquiridos, no son conscientes y su eficacia y precisión es bastante alta.
2. Los **procesos controlados**, que si consumen una gran capacidad atencional y demandan esfuerzo, se hallan sometidos al control del sujeto, desarrollan un procesamiento serial de la información, no son rutinas aprendidas, pueden mejorar con la práctica, poseen una mayor capacidad de adaptación ante las situaciones novedosas, son conscientes, y se hallan implicados en tareas complejas no necesariamente rápidas y complejas.

Por lo tanto, como podemos observar existe una importante relación entre los procesos automáticos y los procesos voluntarios o controlados, ambos se refieren a la capacidad atencional. En algunos estudios neuro-psicológicos se ha demostrado que la interferencia del Stroop se produce como consecuencia de interferir los procesos verbal y no verbal en la fase de respuesta. Parece ser que los estímulos del Stroop activan un proceso automático de respuesta verbal que interfiere con el nombramiento de los colores aprendido conscientemente. El sujeto realiza la tarea o bien ejecutando dos respuestas secuencialmente (lectura de palabras seguida del nombramiento del color) o bien suprimiendo mediante control voluntario la respuesta automática de lectura de palabras (46).

Todo esto indica que el test de Stroop mide la capacidad del individuo para separar los estímulos de nombrar colores y palabras. Ciertas personas son capaces de hacerlo y pueden suprimir la respuesta de lectura y concentrarse en la tarea de nombrar colores, otras personas no son capaces de suprimir el nombramiento de la palabra y han de procesar tanto la palabra como el color antes de responder, en otros sujetos, las respuestas de palabra y color se confunden debido a niveles altos de interferencia. Si esto es así, un lector pobre que aun no ha desarrollado la codificación automática de la palabra del color de los

nombres, no mostrará efectos de interferencia Stroop tan fuertes como cuando los lectores son más competentes (47).

El test Stroop Clásico consta de tres láminas de 100 elementos cada una, que se distribuyen en columnas de 20 elementos:

- La primera lámina está formada por las palabras “ROJO”, “VERDE” y “AZUL” ordenadas al azar e impresas en tinta negra, la misma palabra no aparece dos veces seguidas.
- La segunda lámina consta de 100 elementos iguales (XXXX) impresos en tinta roja, verde o azul, el mismo color no aparece dos veces de forma consecutiva y los colores no siguen el mismo orden que las palabras de la primera lámina.
- La tercera lámina está compuesta por las palabras de la primera lámina, impresas en los colores de los ítems de la segunda lámina. En esta última lámina, nunca coincide el color de la tinta con el significado de la palabra, y la tarea requiere que el participante ignore la respuesta automática y más potente (leer la palabra), y en su lugar centre su atención en nombrar el color de la tinta con la que está escrita.

En la actualidad podemos encontrar muchas versiones del mismo test en las que se modifican el número de elementos, el número de colores, su disposición, etc. A pesar de estos cambios el efecto sigue apareciendo con la misma intensidad. También existen dos maneras de administrar el test, una consiste en medir el tiempo que se tarda en completar los 100 elementos y la otra forma de aplicación alternativa, supone contabilizar el número de elementos procesados en 45 segundos para cada una de las láminas. En cualquiera de las dos maneras, las tres láminas se presentan de forma consecutiva, siendo la primera la de las palabras (P), la segunda la de las X en color (C) y por último la de las palabras en color (PC).



### 2.2.2.6.3 Explicaciones del efecto Stroop

Desde que se empezó a utilizar el test Stroop se ha investigado y experimentado de forma exhaustiva y los razonamientos teóricos para explicar el efecto Stroop no han cambiado. El menor número de elementos nombrados en la tercera lámina frente a las otras dos, se explica por la interferencia ocasionada por el proceso controlado (denominar el color) sobre el proceso automático (leer y procesar el contenido semántico –que surge de forma involuntaria al llevar a cabo la prueba-) (48). Esta tendencia implícita a leer la palabra, que interfiere con la tarea explícita de denominar los colores, tiene dos teorías muy consolidadas (49):

- ✓ Teoría de la velocidad relativa de procesamiento (carrera de caballos) - según esta teoría, leer es un proceso cognitivo más rápido que nombrar objetos, colores, etc. Las dos dimensiones, la física y la semántica se procesan a distintas velocidades, como la capacidad del canal de respuesta es limitado, por lo tanto, solamente una podrá ser ejecutada. La interferencia se justifica por la competencia entre las dos respuestas. El coste temporal que supone inhibir una de las dos respuestas para emitir la relevante es lo que se llama interferencia (49) (50).
- ✓ Teoría de la automaticidad - establece que el procesamiento de una de las dimensiones exige mucha más atención que el procesamiento de la otra. Así, nombrar colores utiliza más recursos atencionales que leer palabras. Podemos decir, que leer palabras es una tarea habitual que hemos interiorizado por aprendizajes previos, mientras que denominar colores no es entendida de esta manera por los participantes (50).

Ambas teorías dan mucha importancia a lo que hemos llamado interferencia. La resistencia a que se produzca esa interferencia, es lo que nos permite utilizar este test como una herramienta para evaluar la atención. Esta interferencia se puede calcular de forma matemática al presentar las tres láminas que hemos mencionado anteriormente (49).

La lámina P (primera lámina), incluye las palabras que van a ser leídas en la última lámina PC, pero están escritas en tinta negra. Esta primera lámina (P), nos permite conocer el

número de palabras que el sujeto es capaz de leer en ausencia de interferencia. La segunda lámina C, contiene los colores que vamos a ver en la última lámina PC, pero sin contenido semántico, y nos hace posible medir el número de colores que es capaz de nombrar el participante en 45 segundos, pero en ausencia de interferencia. En la última lámina PC, el sujeto tiene que realizar la tarea bajo condiciones de interferencia.

## CUADRO 2

Bajo estas condiciones de administración del test (nº de elementos procesados en 45 segundos), el tiempo necesario para procesar un supuesto elemento de la última lámina sería la suma del tiempo que supone hacer cada una de las dos tareas por separado.

Vayamos por partes. Si un participante procesa P palabras en 45 segundos, esto quiere decir que tarda en procesar cada palabra

$$\frac{45 \text{ seg}}{P}$$

Del mismo modo, el tiempo que tardará en procesar cada color será

$$\frac{45 \text{ seg}}{C}$$

Si sumamos ambos tiempos obtendremos los que se debería de tardar en procesar una palabra con color

$$\frac{45}{P} + \frac{45}{C} = \frac{45(P+C)}{P \times C}$$

Si esto se lo aplicamos a los 45 segundos que está presente esta lámina obtendremos que

$$\frac{45}{\frac{45(P+C)}{P \times C}}$$

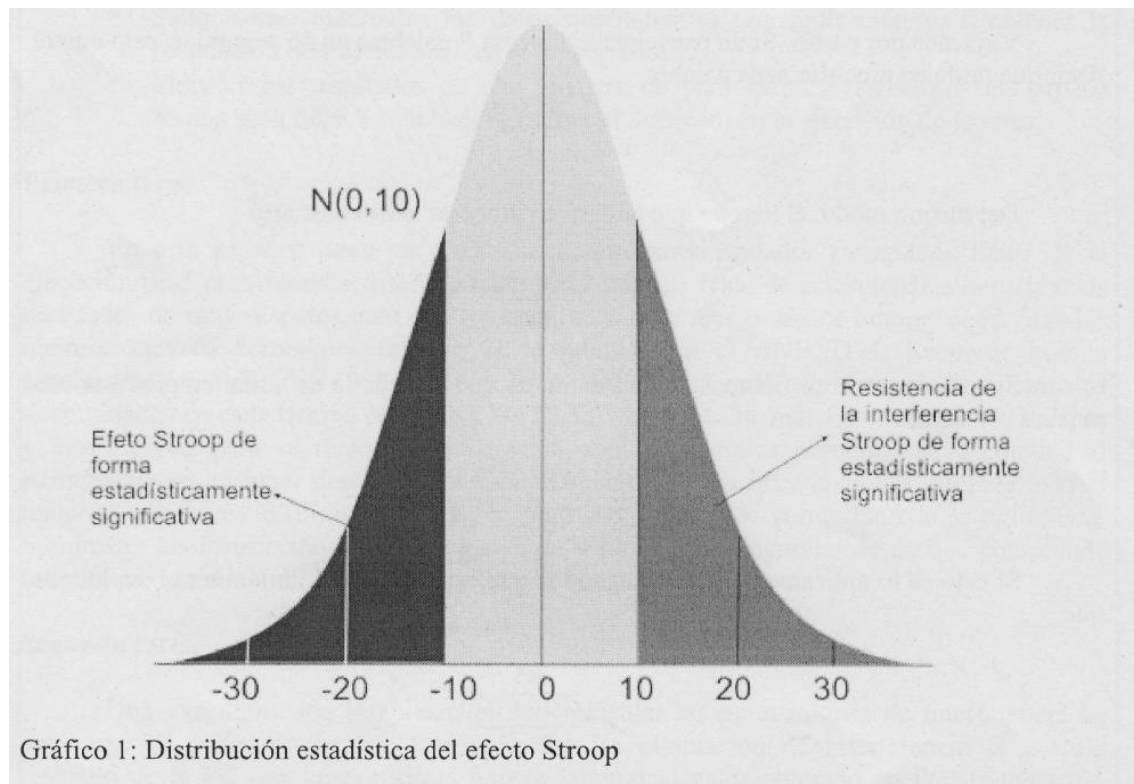
y al despejar obtenemos que

$$PC' = \frac{C \times P}{C + P}$$

$$\text{Así, Interferencia} = PC - PC' \quad \text{donde} \quad PC' = \frac{C \times P}{C + P}$$

Cuando hemos obtenido las puntuaciones de los tests, se pueden realizar los índices objetivos del grado de interferencia ocasionado por el efecto Stroop. Este índice se calcula al restar de la puntuación obtenida en la lámina PC y una estimación de la que se espera se obtenga en ésta misma lámina PC'. A su vez, esta estimación PC' se consigue a partir de los datos que hemos obtenido en las dos primeras láminas. (Justificación matemática Cuadro 2).

Las evaluaciones de interferencia teóricas tendrían como media cero y una desviación típica de 10 (en una distribución normal). Los valores que se alejasen de la media, por el lado positivo, indicarían que el participante es resistente a la interferencia. Por el contrario, si el número de los elementos que hemos nombrado es menor del esperado, revelarían que se ha producido el efecto Stroop de forma estadísticamente significativa. Es decir, el sujeto tiene dificultad para ejecutar la última lamina PC, donde tiene que nombrar el color en el que está pintada la palabra (Figura 2-6).



**Figura 2-6 : Distribución estadística del efecto Stroop (51)**

### **3 Estándares para registrar el movimiento facial y corporal**

---

En los puntos anteriores de esta memoria se ha explicado que es la impulsividad y se han expuesto distintos métodos para medirla. Ya que en el presente Trabajo Fin de Grado vamos a analizar la impulsividad utilizando una herramienta capaz de medir el movimiento, en este apartado expondremos los estándares para analizar el movimiento tanto facial como corporal.

Para registrar, y posteriormente analizar, el movimiento del cuerpo humano existen diferentes estándares dependiendo de la parte del cuerpo analizada.

A continuación se expondrán dos estándares de registro, uno para la cara y otro para el cuerpo en general.

#### ***3.1 Análisis del movimiento de la cara. Facial Action Coding System [FACS]***

Debido al gran número de músculos que forman la cara, existen infinitas posibles expresiones faciales. Para poder clasificar las expresiones faciales de forma finita, se han agrupado por los músculos que realizan sus movimientos y posteriormente se interpretan en términos de emociones o estados de ánimo.

El Facial Action Coding System (FACS) es el método más utilizado para describir la actividad facial o acción de los músculos faciales, en inglés, Action Units (AUs), ya que permite medir de forma cuantitativa movimientos faciales.

Este sistema de codificación facial fue diseñado por Paul Ekman y Wallace Friesen en 1978 (52). Ekman & Friesen descubrieron como contrayendo y extendiendo los músculos faciales se alteraba la apariencia facial. Basándose en este hecho, comenzaron a estudiar todas las diferentes expresiones faciales que una persona era capaz de realizar. Categorizaron todas las acciones fundamentales de músculos individuales o grupos de ellos

en 44 categorías llamadas las Action Units (AUs, unidades de acción, en castellano): de las cuales 30 AUs están relacionadas con las contracciones de músculos faciales específicos: 12 para la parte superior de la cara y 18 para la parte inferior (ver Figura 3-1). Las AUs pueden ocurrir individualmente o como una combinación de ellas. De este modo, aunque el número de las AUs es bajo, podemos combinarlas hasta obtener más de 7000 combinaciones (54) (55).

Pero FACS fue diseñado para realizar un análisis fotograma a fotograma, y por lo tanto, inútil para test en tiempo real. Codificar dos minutos de vídeo por un experto en FACS, puede llevar más de dos horas de trabajo. Un sistema que realice este análisis automáticamente, haría este sistema mucho más accesible como herramienta para la investigación y valoración del comportamiento al mejorar la exactitud, precisión y resolución temporal de las medidas faciales.

Upper Face Action Units					
AU 1	AU 2	AU 4	AU 5	AU 6	AU 7
					
Inner Brow Raiser	Outer Brow Raiser	Brow Lowerer	Upper Lid Raiser	Cheek Raiser	Lid Tightener
*AU 41	*AU 42	*AU 43	AU 44	AU 45	AU 46
					
Lid Droop	Slit	Eyes Closed	Squint	Blink	Wink
Lower Face Action Units					
AU 9	AU 10	AU 11	AU 12	AU 13	AU 14
					
Nose Wrinkler	Upper Lip Raiser	Nasolabial Deepener	Lip Corner Puller	Cheek Puffer	Dimpler
AU 15	AU 16	AU 17	AU 18	AU 20	AU 22
					
Lip Corner Depressor	Lower Lip Depressor	Chin Raiser	Lip Pucker	Lip Stretcher	Lip Funneler
AU 23	AU 24	*AU 25	*AU 26	*AU 27	AU 28
					
Lip Tightener	Lip Pressor	Lips Part	Jaw Drop	Mouth Stretch	Lip Suck

Figura 3-1 : Action Units (53)

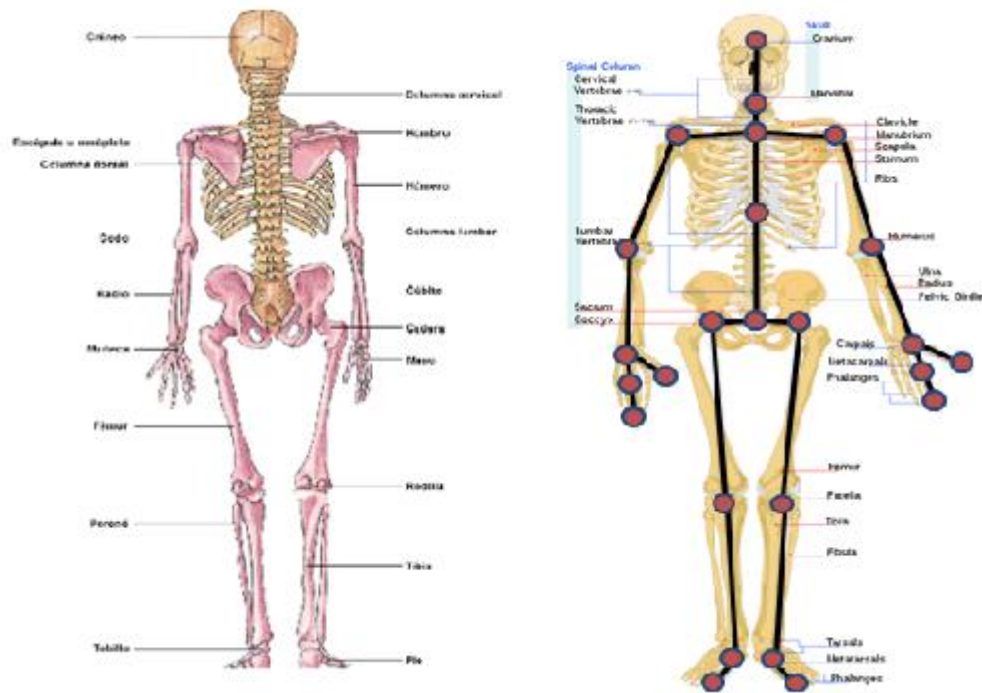
### **3.2 Análisis del movimiento del cuerpo**

El cuerpo humano puede dividirse en diferentes partes para facilitar el estudio de su locomoción (56).

En la superficie externa del cuerpo se distinguen numerosas estructuras anatómicas, principalmente del aparato locomotor, que forman relieves en la piel (elevaciones y depresiones), las que pueden ser observadas a simple vista, constituyen puntos de referencia para localizar otras estructuras. A partir de este método podemos distinguir principalmente las siguientes regiones: cabeza, cuello, tronco, miembros superiores y miembros inferiores (57) (56).

El conocimiento de los detalles anatómicos que sirven de referencia en la superficie externa del cuerpo humano facilita al especialista realizar el examen físico y la aplicación de los métodos diagnósticos y terapéuticos que sean necesarios (56).

La superficie externa de las regiones del cuerpo humano (cabeza, cuello, tronco, miembros superiores y miembros inferiores) se pueden subdividir en regiones más pequeñas, llamadas regiones superficiales.



**Figura 3-2 : Joints Kinect**

Como podemos ver en la Figura 3-2 Microsoft utiliza los estándares comentados previamente, el sistema que concreto, se detallará en el apartado 4.4.1.

## 4 Herramienta para registrar el movimiento. Kinect for Windows v2

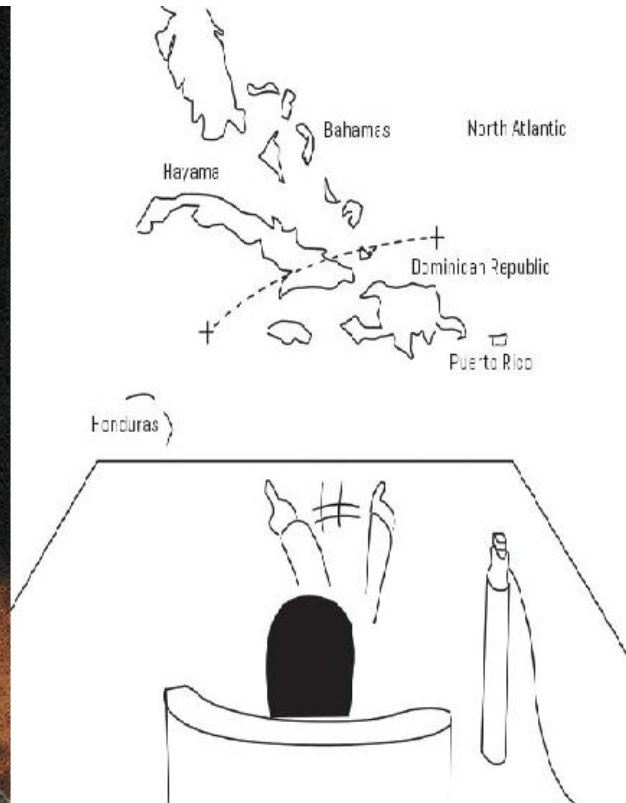
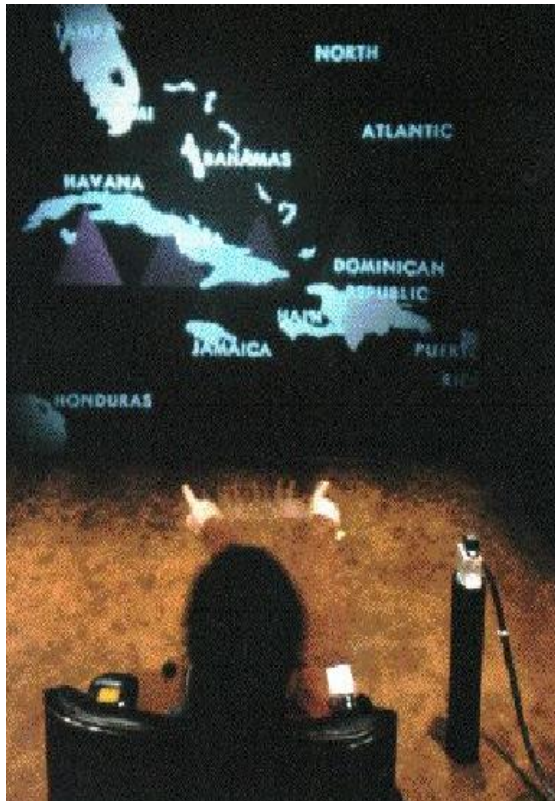
---

Una vez detallados los estándares de captura del movimiento tanto facial como corporal, en este punto se indaga sobre todo lo relacionado con la herramienta que vamos a utilizar para captar estos movimientos. Comenzaremos en el apartado 4.1 exponiendo la secuencia de trabajos y proyectos que han dado lugar a la creación de la cámara Kinect for Windows v2. Veremos que la aparición de la cámara Kinect lleva consigo un desarrollo, tanto hardware como software de casi 30 años. Tras esta introducción, en la sección 4.2, realizaremos una breve descripción de los diferentes componentes hardware, para conocer los tipos de datos que esta cámara puede ofrecernos. En la sección 4.3, hablaremos de las diferencias entre la Kinect for Windows v2 y su predecesora y los requisitos de funcionamiento de la nueva versión. Posteriormente en el apartado 4.4 enumeraremos los datos corporales y faciales que Kinect es capaz de detectar y al concluir este capítulo explicaremos los objetivos de Microsoft para Kinect for Windows v2 (sección 4.5) y algunos proyectos que actualmente están empleando este dispositivo (sección 4.6).

### 4.1 Historia

Podemos datar los orígenes de la Kinect en los años 70 cuando el grupo "Architecture Machine Group" del Massachusetts Institute of Technology (MIT) inició el proyecto "PUT THAT THERE" (ver Figura 4-1). Este proyecto tenía como objetivo poder controlar y mover formas básicas en una pantalla usando únicamente movimientos corporales y la voz.





**Figura 4-1 : PUT THAT THERE (58)**

Proyectos similares se desarrollaron en los siguientes años, pero es en el año 2006 cuando Nintendo presenta al mercado la consola Wii, capaz de detectar el movimiento de una mano.

El lanzamiento de esta consola sitúa a Nintendo a la cabeza de las empresas de videojuegos. Es entonces, cuando Microsoft decide iniciar un proyecto para destronar a su competidor, Nintendo.

Microsoft comenzó el desarrollo de la tecnología Kinect con el proyecto llamado "Project Natal", que fue anunciado en 2009, le llamó Natal por la ciudad de nacimiento del director del proyecto Alex Kipman, pero también porque la palabra natal está relacionada con nacimiento y Microsoft creía que este proyecto daría nacimiento a una nueva tecnología de entretenimiento.

Las comparaciones más cercanas con el proyecto Natal de Microsoft son la tecnología de Wii y el sistema Eye Toy de Sony. Sin embargo la Kinect ofrece ventajas que las demás no poseen, por ejemplo la Wii necesita un mando para su funcionamiento y con respecto a la Eye Toy, la Kinect dispone de reconocimiento de voz y capta las tres dimensiones.



**Figura 4-2 : Eye Toy y Wii**

El proyecto Natal se presentó como un proyecto que transformaría el mundo de las consolas. Es importante decir que este sistema no elimina los mandos convencionales de juego sino que los complementa. Este proyecto, perseguía desarrollar un dispositivo que realizara un reconocimiento basado en la profundidad, el seguimiento del movimiento, el reconocimiento tanto de voz como facial y para todo ello anunciaron como fecha límite finales del año 2010 (Kinect llegó al mercado en noviembre de 2010). Para acometerlo, propusieron el proyecto a dos empresas: PrimeSense y 3DV.

Por un lado PrimeSense consiguió procesar datos de profundidad a 30 frames por segundo gracias al desarrollo de un novedoso algoritmo basado en un patrón de puntos infrarrojos y éste se tomó como punto de partida para el desarrollo de Kinect. Por otra parte, el trabajo

desarrollado por 3DV fue olvidado y la compañía fue comprada, como ocurre en muchos casos, para evitar problemas de patentes. Microsoft añadió posteriormente un array de cuatro micrófonos con el objetivo de implementar un reconocedor de voz.

Tras esto, el hardware de la Kinect había sido prácticamente completado, sin embargo, aún quedaba mucho trabajo en la parte de desarrollo software. Para solucionar estas dificultades, se incluyeron en el proyecto, grupos de diversa índole de Microsoft Research (MR). El desarrollo del software encargado de la detección del individuo y de su seguimiento fue desarrollado conjuntamente en los centros de MR de Cambridge y Mountain View. Se utilizaron árboles y bosques de decisión sobre una cantidad enorme de videos grabados que contenían multitud de personas realizando tareas tanto cotidianas como específicas. Por otro lado, el centro MR de Redmond, se encargó del desarrollo del modelo auditivo. Esta fase fue completada el 26 de septiembre del 2010 y el 4 de noviembre del 2010, la primera versión de la Kinect fue comercializada.

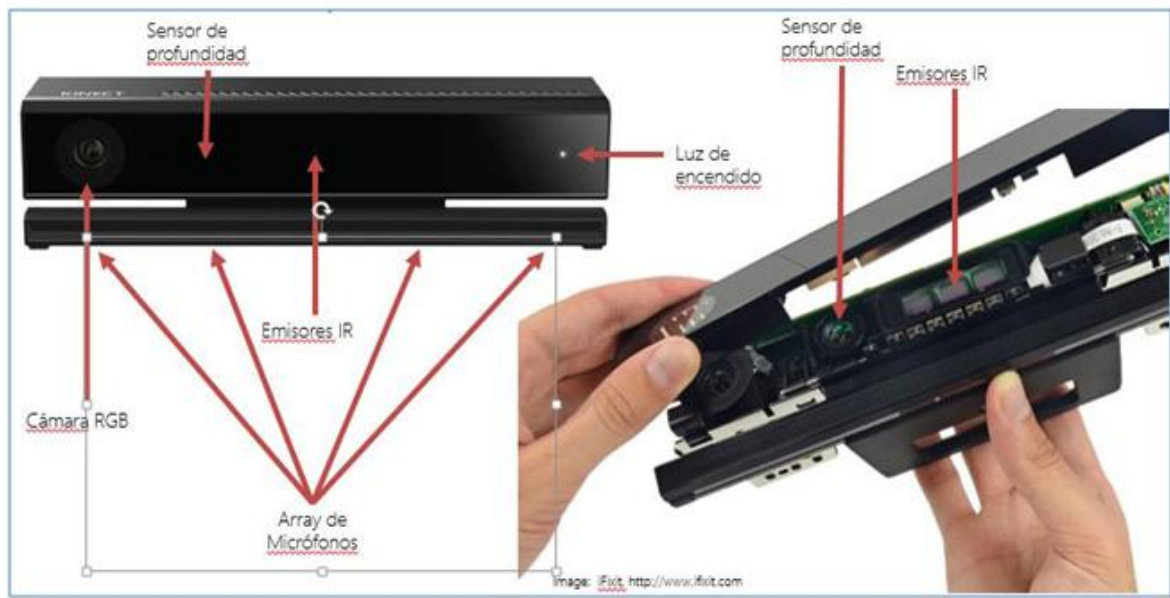
En julio de 2014, llegó al mercado la segunda versión de la Kinect, que había sido anunciada un año antes, con importantes mejoras que van a ser comentadas en el siguiente apartado. Esta nueva versión es la utilizada en este proyecto y por tanto, cuando mencionemos Kinect v2, haremos referencia siempre a éste modelo.

## ***4.2 Componentes de Kinect for Windows v2***

Kinect for Windows v2 es un dispositivo creado/diseñado por Microsoft, capaz de capturar imágenes y que consta fundamentalmente de los siguientes componentes:

- Power light: indica si la cámara está encendida.
- Cámara RGB color con resolución de 1920 x 1080, que captan imágenes a 30 o 15 frames por segundo dependiendo de la exposición a la luz ambiental.

- Cámara infrarroja (IR) que emplea 3 sensores IR. La cámara IR es utilizada además para la adquisición de los puntos de profundidad (depthmap), aparte de la información IR, con una resolución de 512x242 píxeles.
- Array de 4 micrófonos que permiten omitir 20 decibelios de ruido ambiente. Además, gracias a la disposición de los micrófonos, se permite detectar la ubicación y movimiento de las personas. Por defecto, Kinect se fija en la entrada de audio más potente.



**Figura 4-3 : Componentes Kinect for Windows v2**

### **4.3 Comparación con la versión antigua y requisitos de funcionamiento**

El dispositivo utilizado para desarrollar este proyecto es la segunda versión de dispositivos Kinect. A continuación se exponen las diferencias entre las dos versiones del dispositivo (Kinect for Windows v2 Figura 4-4 y Kinect Figura 4-5):

- Kinect for Windows v2 admite una zona visual mucho más amplia y no necesitas mover el sensor, la zona visual comprende una distancia que va desde los 30 centímetros a los 15 metros. La Kinect antigua necesitaba un motor para mover la cámara y poder captar más área.
- La captura de imágenes de profundidad es tres veces más nítida en Kinect for Windows, además de obtener datos más fiables.
- En el modelo nuevo se ha mejorado el sistema de micrófonos.
- La cámara de infrarrojos tiene más nitidez que en la versión antigua.
- Los esqueletos virtuales en la nueva cámara se representan con 25 joints y capta hasta 6 personas, en su versión anterior solo utilizaba 20 joints y captaba sólo 2 personas.



**Figura 4-4 : Kinect for Windows v2 (59)**



**Figura 4-5 : Kinect (60)**

### **4.3.1 Requisitos de funcionamiento**

Debido a todas las novedades que incluye esta versión de Kinect v2, el hardware necesario para poder ejecutar las aplicaciones sin problemas es bastante exigente con el fin de mantener una velocidad de fotogramas óptima. Microsoft especifica los siguientes requisitos mínimos (61):

- Procesador de 64 bits (x64).
- Doble núcleo físico de 3.1 GHz o mejor.
- Controlador dedicado de USB 3.0. Este es un requisito importante, pues con USB 2.0 no nos funcionará la Kinect for Windows v2 debido a que el ancho de banda utilizado es muy alto y con USB 2.0 no se alcanzan las velocidades de transferencia necesarias.
- 4 GB de RAM
- Tarjeta gráfica que soporte DirectX 11. Es un requisito indispensable, ya que de no cumplirlo, no conseguiremos ejecutar Kinect v2.

- Windows 8, 8.1 o Windows Embebido 8.

## 4.4 Captación del movimiento

### 4.4.1 Captación del cuerpo mediante la Kinect v2

El dispositivo Kinect for Windows v2 se diferencia de otras cámaras convencionales, además de por el conjunto de cámaras que incluye, por su programación interna, que la permite mediante una serie de algoritmos, distinguir partes del cuerpo y de la cara de las personas que se sitúen frente a ella.

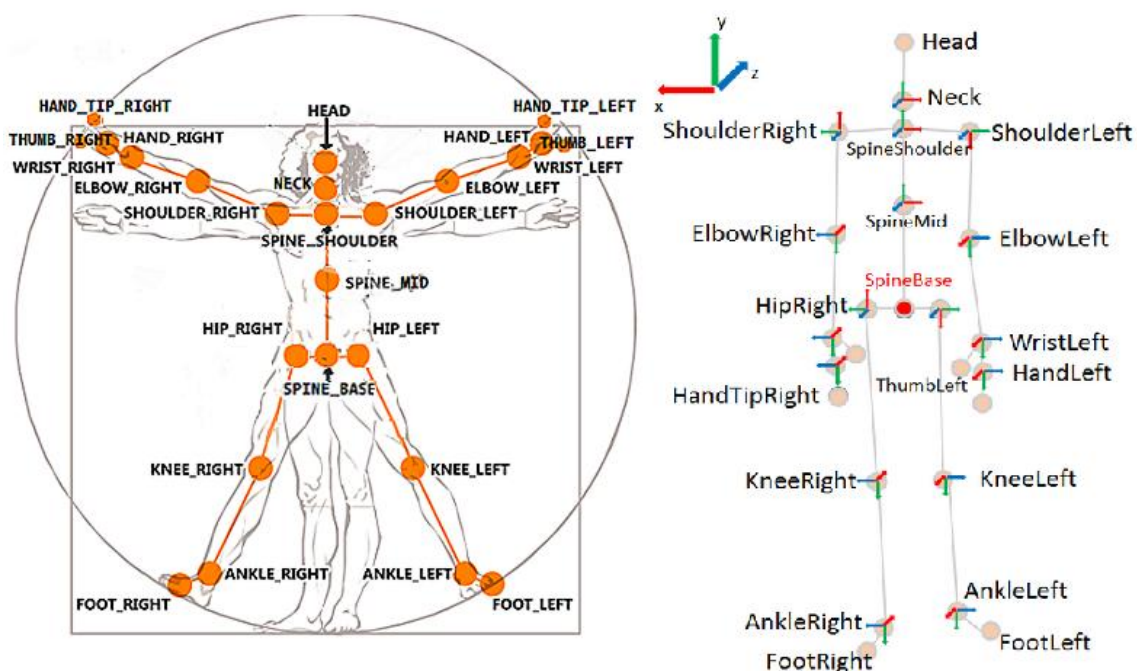
Mediante ésta programación el dispositivo es capaz de diferenciar 25 partes del cuerpo de cada persona. A estas partes Microsoft las denomina Joints (articulaciones). En la Tabla 2 se indica a que parte del cuerpo pertenece cada Joint capturada por Kinect (62) y se muestran en la Figura 4-6.

JointType	Número de Joint	Descripción
SpineBase	0	Base de la espina dorsal
SpineMid	1	Medio de la espina dorsal
Neck	2	Cuello
Head	3	Cabeza
ShoulderLeft	4	Hombro izquierdo
ElbowLeft	5	Codo izquierdo
WristLeft	6	Muñeca izquierda
HandLeft	7	Mano izquierda
ShoulderRight	8	Hombro derecho
ElbowRight	9	Codo derecho
WristRight	10	Muñeca derecha
HandRight	11	Mano derecha
HipLeft	12	Cadera izquierda



KneeLeft	13	Rodilla izquierda
AnkleLeft	14	Tobillo izquierdo
FootLeft	15	Pie izquierdo
HipRight	16	Cadera derecha
KneeRight	17	Rodilla derecha
AnkleRight	18	Tobillo derecho
FootRight	19	Pie derecho
SpineShoulder	20	Espina dorsal zona hombros
HandTipLeft	21	Punta de los dedos mano izquierda
ThumbLeft	22	Pulgar mano izquierda
HandTipRight	23	Punta de los dedos mano derecha
ThumbRight	24	Pulgar mano derecha

**Tabla 2 : Body Joints**



**Figura 4-6 : Body Joints (63)**



#### 4.4.2 Captación de la cara mediante Kinect v2

Además de ser capaz de detectar el cuerpo de una persona y crear una imagen virtual 3D del mismo, la Kinect v2 tiene la posibilidad de reconocer caras en 3D.

El dispositivo Kinect v2 capta 1.347 puntos de cada cara y mediante su programación es capaz de agrupar estos puntos para detectar expresiones faciales.

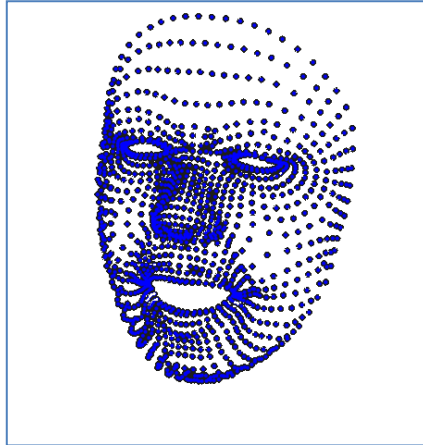


Figura 4-7 : Cara 3D obtenida con Kinect

Para representar las expresiones faciales, Microsoft ha planteado un sistema de reconocimiento que capta 17 expresiones faciales llamadas "Animation Unit", en lugar del sistema de codificación original (los Action Units) que reconocen 44 expresiones faciales diferentes. En la Tabla 3 se indica a que parte de la cara pertenece cada Animation Unit (64).

FaceShapeAnimation	Número de Animation Unit	Zona que evalúa
JawOpen	0	Mandíbula abierta
LipPucker	1	Labios fruncidos
JawSlide	2	Mandíbula deslizada
LipStretcherRight	3	Ensanchamiento derecho de los labios
LipStretcherLeft	4	Ensanchamiento izquierdo de los labios
LipCornerPullerLeft	5	Esquina izquierda de los labios (elevación)

<b>LipCornerPullerRight</b>	6	Esquina derecha de los labios (elevación)
<b>LipCornerDepressorLeft</b>	7	Esquina izquierda de los labios (bajada)
<b>LipCornerDepressorRight</b>	8	Esquina derecha de los labios (bajada)
<b>LeftCheekPuff</b>	9	Moflete derecho
<b>RightCheekPuff</b>	10	Moflete izquierdo
<b>LeftEyeClosed</b>	11	Ojo izquierdo
<b>RightEyeClosed</b>	12	Ojo derecho
<b>RightEyeBrowLowerer</b>	13	Ceja derecha
<b>LeftEyeBrowLowerer</b>	14	Ceja izquierda
<b>LowerLipDepressorLeft</b>	15	Zona inferior izquierda del labio
<b>LowerLipDepressorRight</b>	16	Zona inferior derecha de los labios

**Tabla 3 : Animation Units**

## ***4.5 Objetivos de Microsoft para Kinect for Windows v2***

A esta segunda versión Microsoft quiere darle un enfoque más dirigido a la investigación y su implementación en nuevos proyectos. Para ello la hace compatible con Windows y deja de ser exclusiva de Xbox.

El mercado objetivo del dispositivo Kinect for Windows v2 sería:

- Investigadores, innovadores y emprendedores.
- Programadores creativos
- Diseñadores de aplicaciones de interacción

Los objetivos que Microsoft quiere lograr con este dispositivo es que no haya una barrera entre el usuario y la maquina o el entorno digital. Que el usuario pueda moverse o hablar y

la maquina/el entorno virtual responda adecuadamente a ese estimulo. De igual modo otra finalidad sería acrecentar la comodidad o mejorar la vida de la gente.

Algunos de los posibles escenarios o áreas de uso potencial de la tecnología Kinect son los siguientes:

- Marketing y ventas: Interacción con los usuarios en tiendas, centros comerciales, y demás establecimientos que lo precisen.
- Fisioterapéutica: Terapia física usando los joints o articulaciones del esqueleto virtual, que sirven de guía para saber cómo se realizan los movimientos del cuerpo y utilizar ese conocimiento para ejecutar los ejercicios correctamente.
- Medicina: Permite la opción de monitorizar al paciente tanto en el centro médico como en su hogar y poder realizar un seguimiento a distancia y el uso de pantallas sin contacto.
- Educación: Desarrollando una educación mas interactiva, creando un ambiente ameno, en el que se puede tanto aprender cómo enseñar. Debemos tener en cuenta que tiene algunas limitaciones.
- Tutoriales físicos y videojuegos: Es el sector que más está utilizando esta tecnología. Creando entornos digitales en el que el usuario podrá desarrollar una serie de ejercicios.
- Psicología: Realización de test psicotécnicos y pruebas mentales, que permitan tener datos más objetivos de las pruebas

### **4.5.1 Kinect Software Development Kit**

Para facilitar la implementación de proyectos que empleen la tecnología Kinect, Microsoft ha desarrollado un kit de desarrollo software llamado Kinect SDK, en el cual se pone a disposición de los usuarios programas sencillos implementados en C# o C++ en los que emplean cada una de las opciones de la cámara Kinect.

Utilizando los programas facilitados como punto de partida o tutorial es factible conseguir aprender a programar aplicaciones. Algunos de los ejemplos de programas facilitados por Microsoft son los siguientes:

- **HD Face Basics:** Enseña a obtener los 1347 puntos de la cara que detecta Kinect.
- **Infrared Basics:** Muestra un ejemplo en el que se utiliza la cámara de infrarrojos.
- **Speech Basics:** Gracias a éste ejemplo se puede obtener la información necesaria para crear aplicaciones que interactúen con la voz.
- **Depth Basics:** Demuestra cómo utilizar `DepthFrameReader` (lector de frames de profundidad) para obtener las imágenes de profundidad que capta la cámara.

### **4.6 Usos Actuales**

Con la aparición de la tecnología Kinect una gran cantidad de empresas y sectores pueden beneficiarse de sus numerosas ventajas.

Un ejemplo es el proyecto TEKI de Accenture: es un proyecto desarrollado para el sistema sanitario vasco, orientado a mejorar el tratamiento de la cronicidad (enfermedades crónicas). Este proyecto se crea por el creciente aumento de la esperanza de vida, lo que hace que cada vez sea más alto el porcentaje de población que padezca algún tipo de enfermedad crónica, siendo de este grupo la mayoría de los pacientes atendidos en nuestro

sistema sanitario. El objetivo final del proyecto era mejorar la calidad de vida de los pacientes, minimizar las complicaciones asociadas a su enfermedad, reducir las interacciones innecesarias con el sistema sanitario y garantizar su seguridad y sostenibilidad. Se utiliza la capacidad de Kinect para crear una interacción entre el paciente y el médico. Se recomiendan una serie de ejercicios al paciente, además, el paciente puede realizar una serie de cuestionarios de síntomas que le haga su médico. Es como una consulta en casa. Deja los hospitales más liberados para necesidades más urgentes y se podrá llevar un seguimiento del paciente diariamente y de una forma cómoda (65).

Otro posible uso es el señalado en el presente TFG consistente en registrar los movimientos del cuerpo humano durante un test visual, y su posterior análisis para detectar ciertos comportamientos del individuo. Al ser registrado el movimiento de diferentes partes del cuerpo de manera minuciosa, también se podrán hacer análisis comparativos del mismo individuo en diferentes momentos de su vida, detectando de esta forma evoluciones y desviaciones de comportamiento.

## 5 Diseño de la herramienta

---

Como se ha señalado previamente, para realizar la medición de la impulsividad, se han implementado dos aplicaciones que versionan el test Stroop empleando como herramienta una cámara Kinect.

La primera aplicación (Test Stroop versión voz), trata de emular el test Stroop original, utilizando el reconocimiento de voz del que dispone Kinect. Esta aplicación se explicará con detalle a continuación en el apartado 5.1.1.

La segunda aplicación (Test Stroop versión cuerpo), implementa el test Stroop de una forma alternativa, aprovechando las ventajas de la cámara Kinect que nos permiten captar el movimiento del sujeto durante la prueba. Se ha creado una aplicación muy interactiva, en la que, mediante el movimiento corporal, el paciente interactúa con dicha aplicación. De nuevo, su funcionamiento se detallará en el apartado 5.1.2.

Ambos test han sido implementados en el entorno de desarrollo Visual Studio 2013. Los lenguajes de programación que permiten desarrollar aplicaciones con Kinect son C++ y C#. Por ello, en este caso se ha utilizado C# como lenguaje de programación. Además, ambas aplicaciones han sido programadas utilizando el sistema de presentación WPF (Windows Presentation Foundation).

Posteriormente en el apartado 5.2 se especificarán todos los datos que se han ido guardando durante el transcurso de las pruebas. Por último se mostrará el escenario de realización de las pruebas y se especificará cada una de sus áreas en el apartado 5.3.

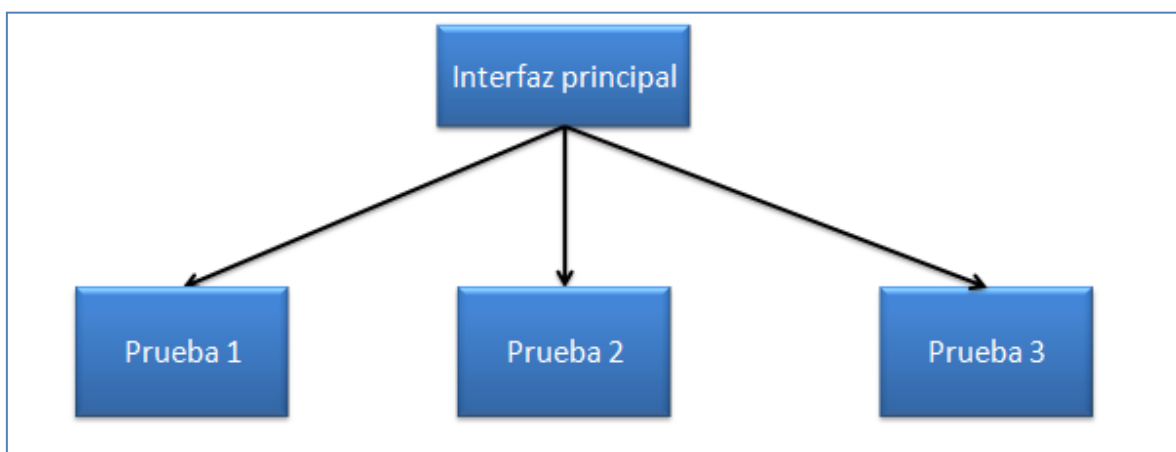
## 5.1 Descripción de las aplicaciones

### 5.1.1 Versión voz

Es necesario mencionar de nuevo que, en esta aplicación la interacción entre el usuario y la aplicación se realiza mediante la voz.

La aplicación consta de un menú inicial, que actúa como interfaz principal, y por el que se puede acceder a tres pruebas o tareas, que corresponden con las tres partes del test Stroop (detallado previamente en el apartado 2.2.2.6). En la figura 5-1 se muestra el diagrama que expone las partes primordiales de las que consta esta aplicación.

A continuación se va a explicar detalladamente cada parte de la aplicación, en primer lugar, en el apartado 5.1.1.1, se detallará la interfaz principal y en los apartados posteriores se detallarán las pruebas 1, 2 y 3.



**Figura 5-1 : Diagrama de aplicación**

#### 5.1.1.1 *Interfaz principal*

Al iniciar la aplicación aparece una interfaz (mostrada en la figura 5-2) en la que, pulsando los botones 'prueba1', 'prueba 2' o 'prueba 3', se procede a seleccionar la prueba a

realizar. Al terminar cada prueba el investigador debe volver a la interfaz principal para poder pasar a la siguiente prueba.

Además, es necesario introducir el nombre y el apellido del paciente que vaya a realizar la prueba, para que posteriormente poder analizar sus resultados y diferenciarlos del resto de individuos. Los datos de cada paciente quedan almacenados en un directorio individual para cada una de las pruebas que sigue el siguiente formato:

- Nombre\_Apellido\_Prueba#

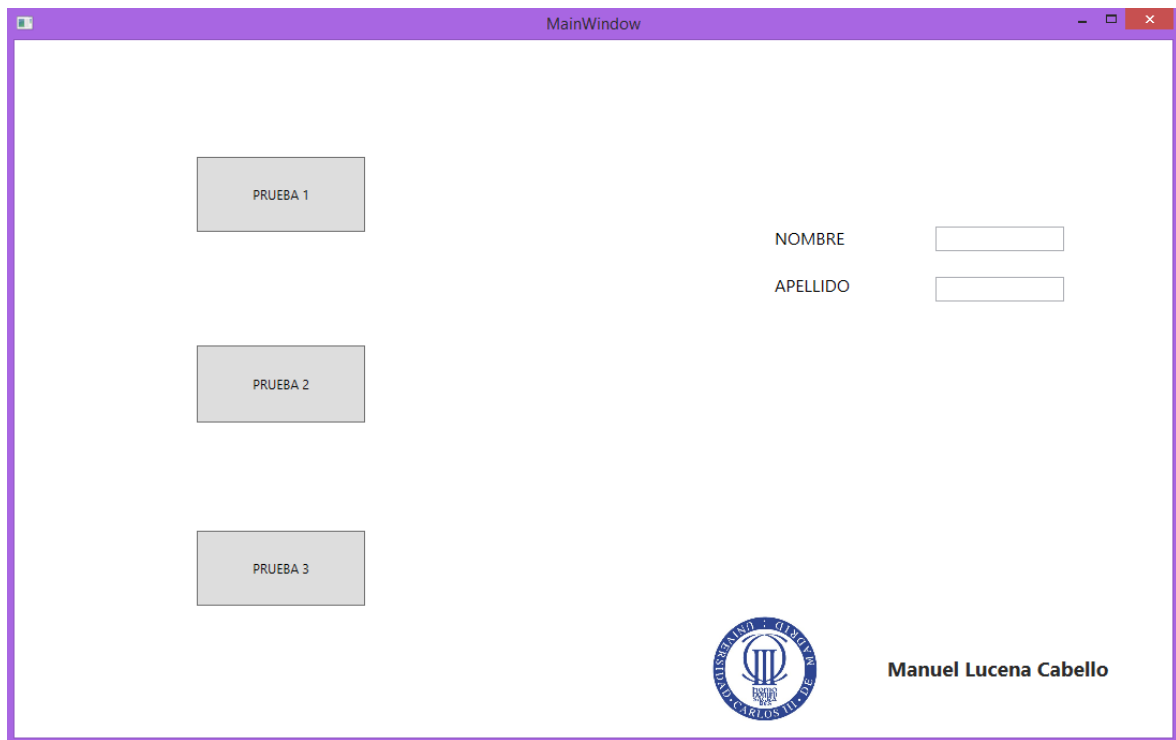
Donde Nombre y Apellido corresponden al nombre y apellido del paciente, mientras que # es el número de prueba, que en cada caso se haya iniciado (1, 2 o 3).

Dentro del directorio de cada prueba, se crean 5 ficheros en los que se guardará toda la información obtenida durante la prueba, los ficheros tienen el siguiente formato:

- Nombre\_Apellido\_2D
- Nombre\_Apellido\_3D
- Nombre\_Apellido\_Sk
- Nombre\_Apellido\_Sa
- Nombre\_Apellido\_Sp

En el apartado 5.2 se detallará el contenido de cada fichero.

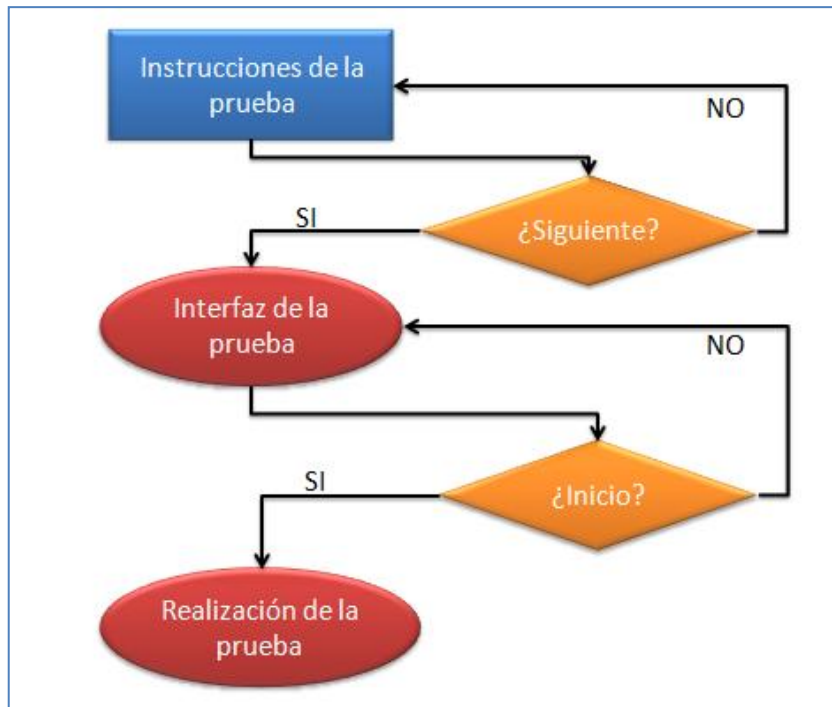




**Figura 5-2 : Interfaz de usuario**

Una vez introducido el nombre y el apellido del participante, se puede comenzar a realizar la primera prueba.

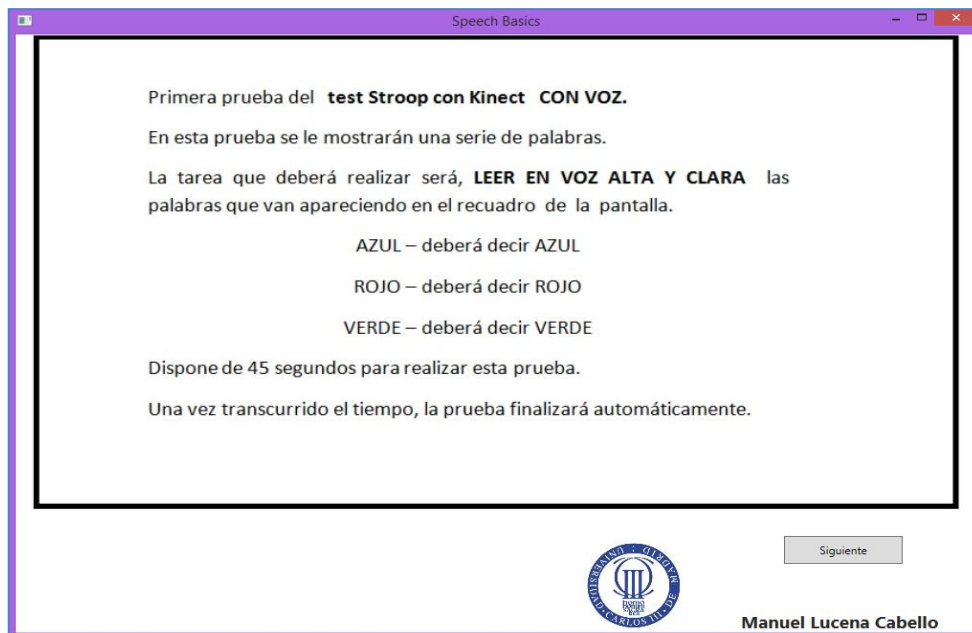
El diagrama de la figura 5-3 explica el funcionamiento general que se ha de seguir para el buen desarrollo de las prueba:



**Figura 5-3 : Diagrama de la prueba**

#### **5.1.1.2 Prueba 1**

Al iniciar la prueba 1, se muestran las instrucciones a seguir para la realización correcta de la misma (ver figura 5-4). Tras pulsar el botón "Siguierte" se inicia la interfaz de la prueba (ver figura 5-5), aunque no comenzará hasta que el paciente no indique que está preparado diciendo en voz alta la palabra "Inicio".



**Figura 5-4 : Instrucciones Prueba 1 de voz**

Una vez iniciada la prueba 1, se visualizan en pantalla las palabras que el paciente debe ir diciendo en voz alta y clara. En esta primera prueba simplemente se muestran las palabras ROJO, VERDE o AZUL (figura 5-5).



**Figura 5-5 : Interfaz Prueba 1 de voz**

Cuando la Kinect detecte que se han nombrado uno de los tres posibles palabras, mostrará la siguiente. El orden en el que se van mostrando las palabras en esta prueba se detalla en el Anexo A (Lámina P).

Esta tarea tiene una duración de 45 segundos, cuando el tiempo finalice, aparecerá un mensaje en pantalla para informar al paciente de dicha finalización. Entonces el investigador podrá cerrar la ventana y abrir la segunda parte del test (Prueba 2).

#### 5.1.1.3 *Prueba 2*

Al iniciar esta prueba, se visualizan de nuevo unas instrucciones de la tarea a realizar (ver figura 5-6). Tras pulsar el botón "Siguiente", se accede a la interfaz de realización de la prueba (ver figura 5-7), la cual quedará en espera hasta que el paciente diga en voz alta y clara la palabra "Inicio".

En esta tarea, se muestra una secuencia de cuatro X pintadas de un color, que el paciente deberá nombrar en voz alta. Al igual que en la prueba anterior, los colores de los que están pintadas pueden ser: rojo, verde o azul.

El orden en el que van apareciendo las XXXX pintadas se detalla en el Anexo A.

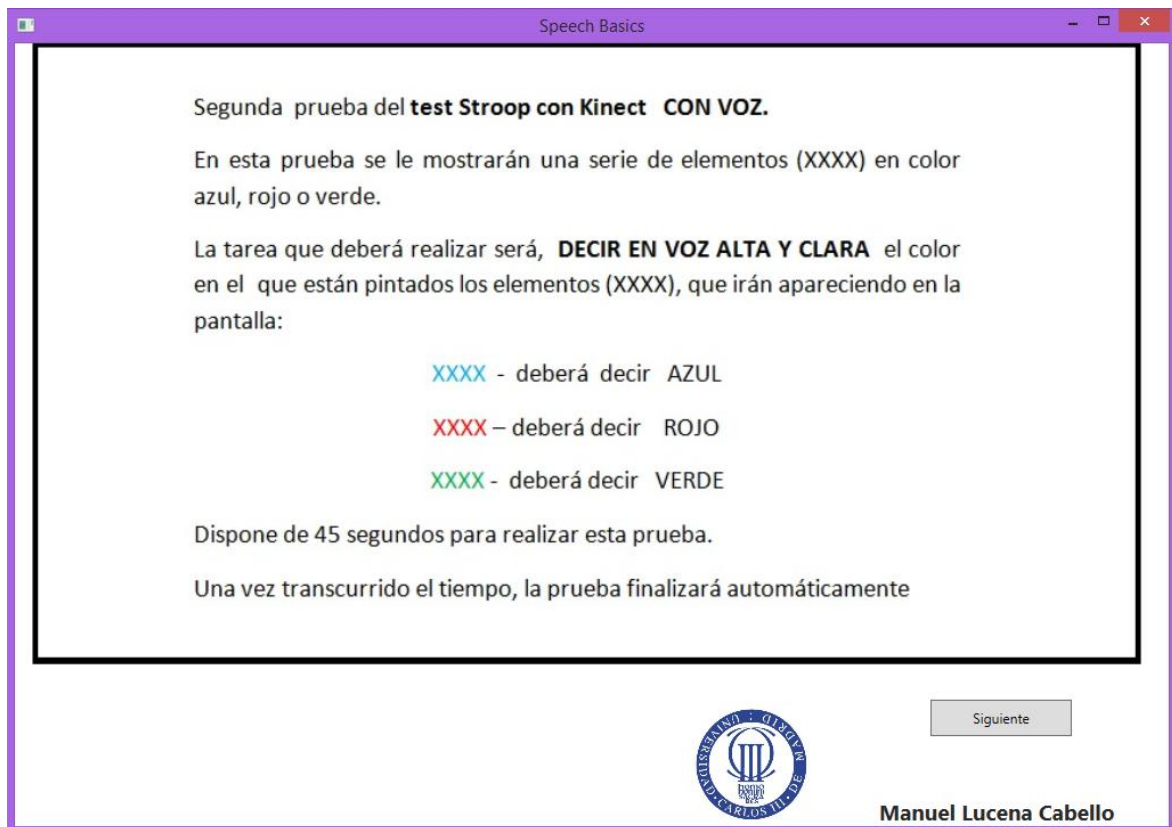


Figura 5-6 : Instrucciones Prueba 2 de voz

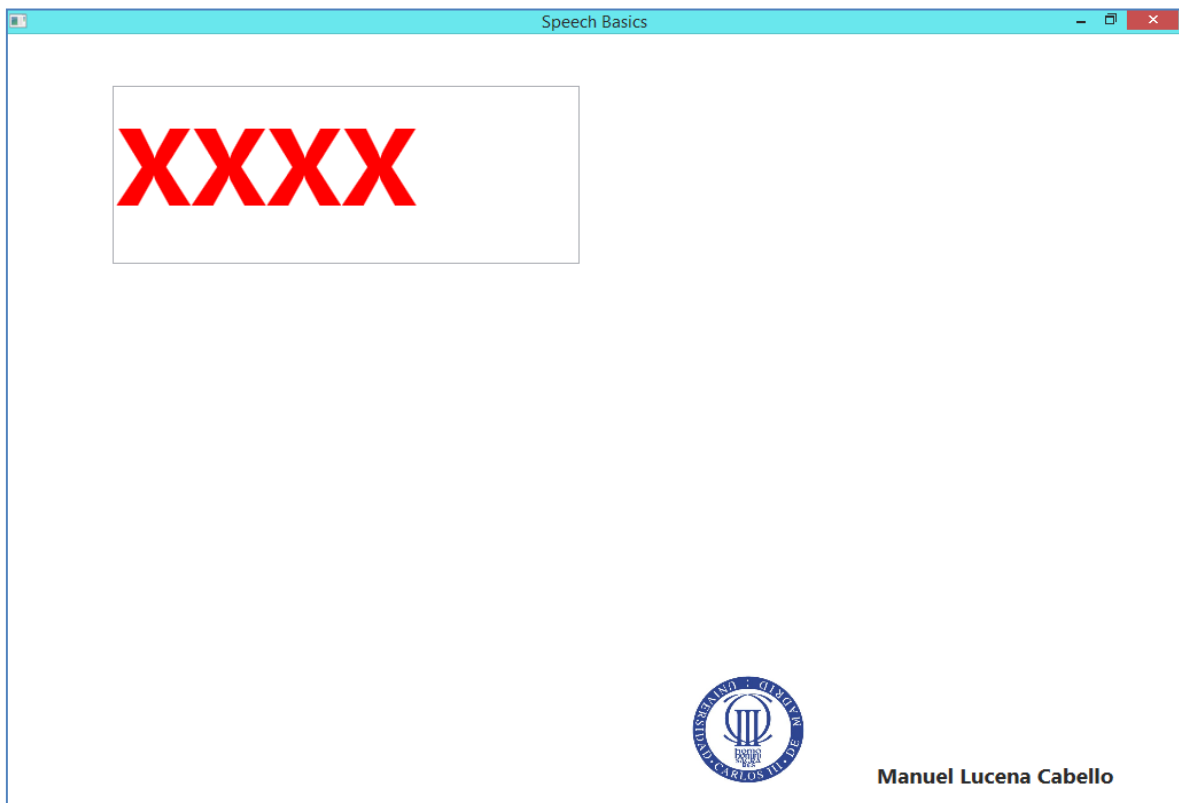


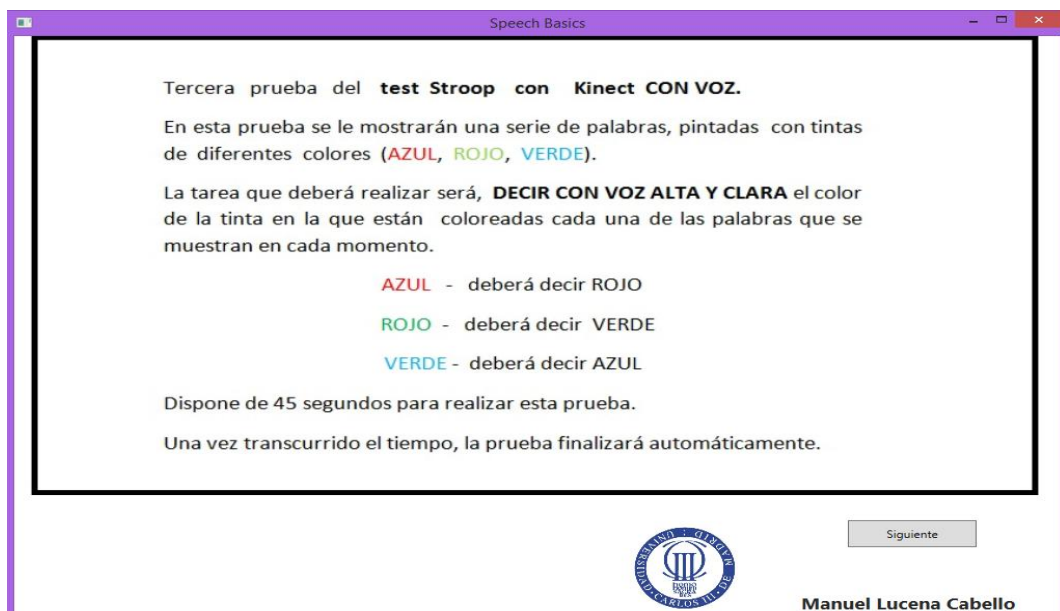
Figura 5-7 : Interfaz Prueba 2 de voz

Del mismo modo que en la prueba anterior, cuando la Kinect detecte que se ha nombrado uno de los de los tres posibles colores, pasará a mostrar las siguientes XXXX. El orden en el que se van mostrando se detalla en el Anexo A (Lámina C).

La prueba 2, también tiene una duración de 45 segundos tras los cuales se mostrará el mensaje "FIN DE LA PRUEBA" y se podrá volver a la interfaz principal para seleccionar la tercera parte del test.

#### 5.1.1.4 *Prueba 3*

En esta tercera parte, se comienza mostrando las instrucciones para su correcta realización (ver figura 5-8). Posteriormente accederemos a la interfaz de la prueba (ver figura 5-9) la cual dará comienzo tras detectar que el sujeto dice "Inicio". En este caso, se muestran las palabras: VERDE, ROJO o AZUL, pero pintadas de un color diferente al indicado por la palabra. El sujeto debe decir el color del que está pintada la palabra en lugar del color escrito en la misma. Por ejemplo si se muestra la palabra ROJO pintada de color verde, el paciente debe decir verde.



**Figura 5-8 : Intrucciones de Prueba 3 de voz**



**Figura 5-9 : Interfaz Prueba 3 de voz**

Cuando la Kinect detecte que se ha nombrado uno de los de los tres posibles colores, mostrará la siguientes palabra. El orden en el que se van mostrando se detalla en el Anexo A (Lámina PC).

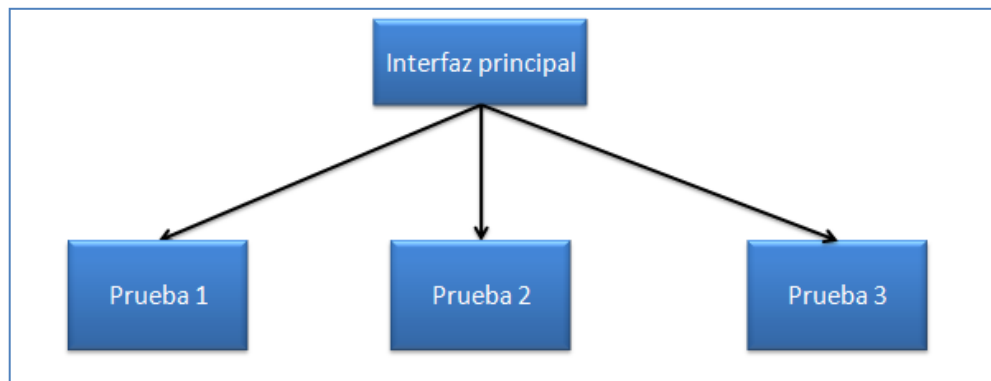
La duración total de esta tercera parte es de 45 segundos. Al finalizar se presenta el mensaje final y el sujeto habrá concluido el Test Stroop versión con voz y se procederá a cerrar toda la aplicación.

### **5.1.2 Versión cuerpo**

En esta aplicación, la interacción entre el usuario y la aplicación se realiza mediante el movimiento corporal.

La aplicación tendrá un menú inicial (interfaz principal), por el que podremos acceder a tres pruebas o tareas, que corresponden con las tres partes del test Stroop (detallado con

anterioridad en el apartado 2.2.2.6). En la figura 5-10 podemos ver el diagrama que muestra las partes principales de la aplicación.



**Figura 5-10 : Diagrama general de aplicación de cuerpo**

En el apartado 3.1.2.1 se detallará la interfaz principal, en los apartados prueba 1, prueba 2 y prueba 3 se explicaran las pruebas 1, 2 y 3.

#### **5.1.2.1 *Interfaz principal***

Esta interfaz actúa como menú de inicio de la aplicación. Se podrá seleccionar cualquier prueba que se quiera realizar (Figura 5-11). Al finalizar cada prueba, volveremos a esta interfaz principal, para poder pasar la siguiente. Esta interfaz no se cerrará hasta que no se finalicen todas las pruebas.

Inicialmente se deberá introducir tanto el nombre como el apellido del paciente, en las casillas correspondientes (Figura 5-11), esto es necesario para que cada participante tenga sus datos guardados en un directorio personal y de esta forma se puedan diferenciar y comparar unos sujetos con otros. El formato de dicho directorio es el siguiente:

- Nombre\_Apellido\_Test#

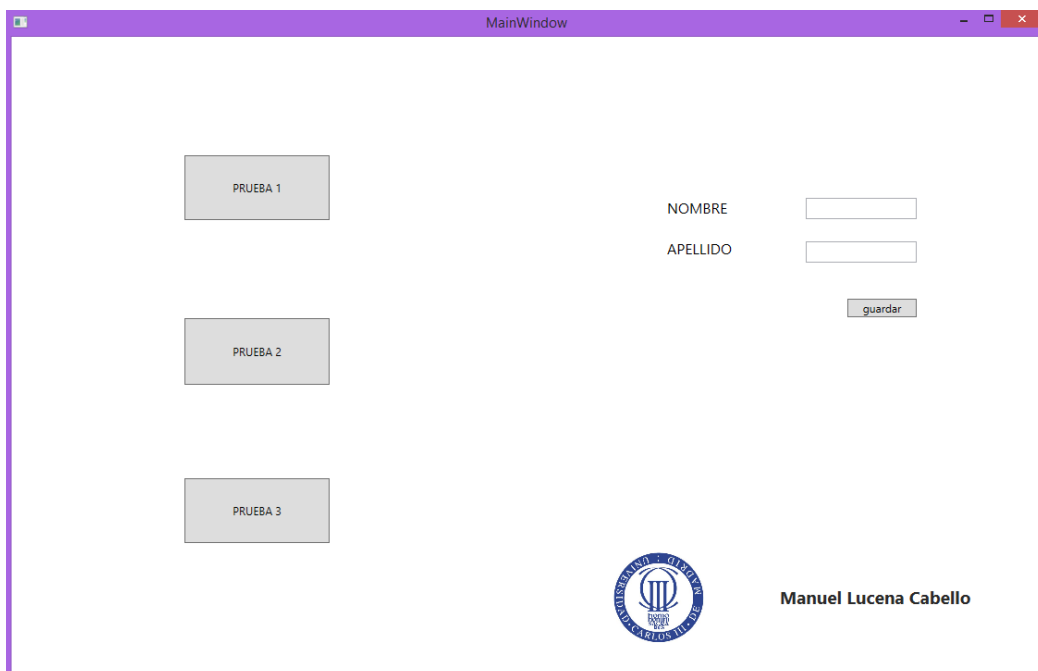


Donde al igual que en la prueba anterior, el Nombre y Apellido corresponderán al nombre y apellido del paciente y # será el numero de prueba que en ese caso se haya iniciado (1, 2 o 3).

Dentro de cada directorio se crearán 5 ficheros, en los que se irá guardando, toda la información obtenida durante la realización de las prueba. Los ficheros tendrán el siguiente formato:

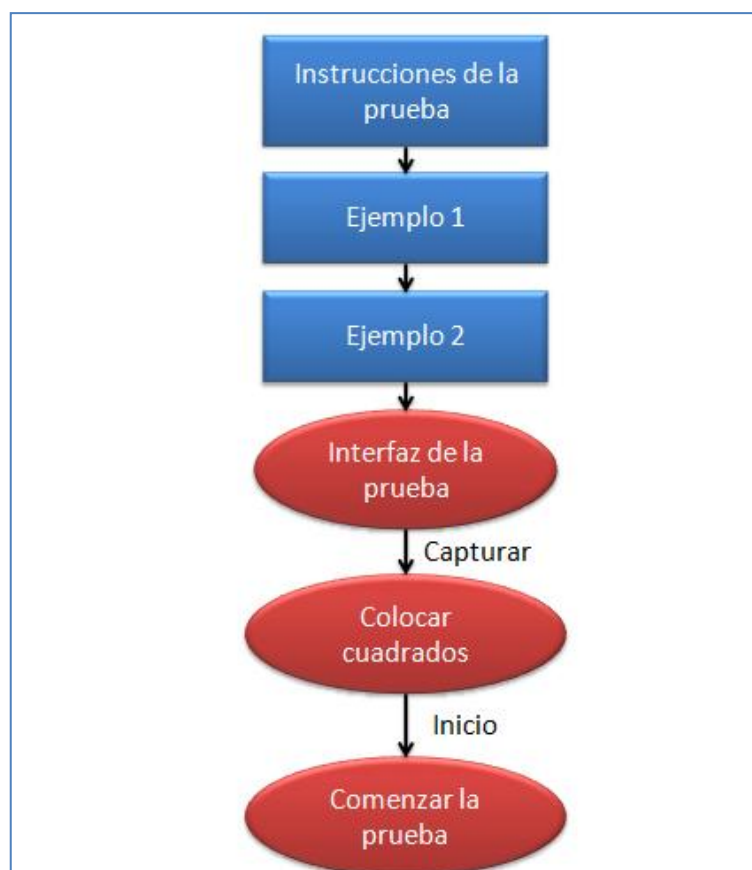
- Nombre\_Apellido\_2D
- Nombre\_Apellido\_3D
- Nombre\_Apellido\_Sk
- Nombre\_Apellido\_Sa
- Nombre\_Apellido\_Sp

En el apartado 5.2 se explicará el contenido de cada fichero.



**Figura 5-11 : Interfaz de entrada aplicación de cuerpo**

En la figura 5-12 se muestra el funcionamiento general de las pruebas de esta versión:

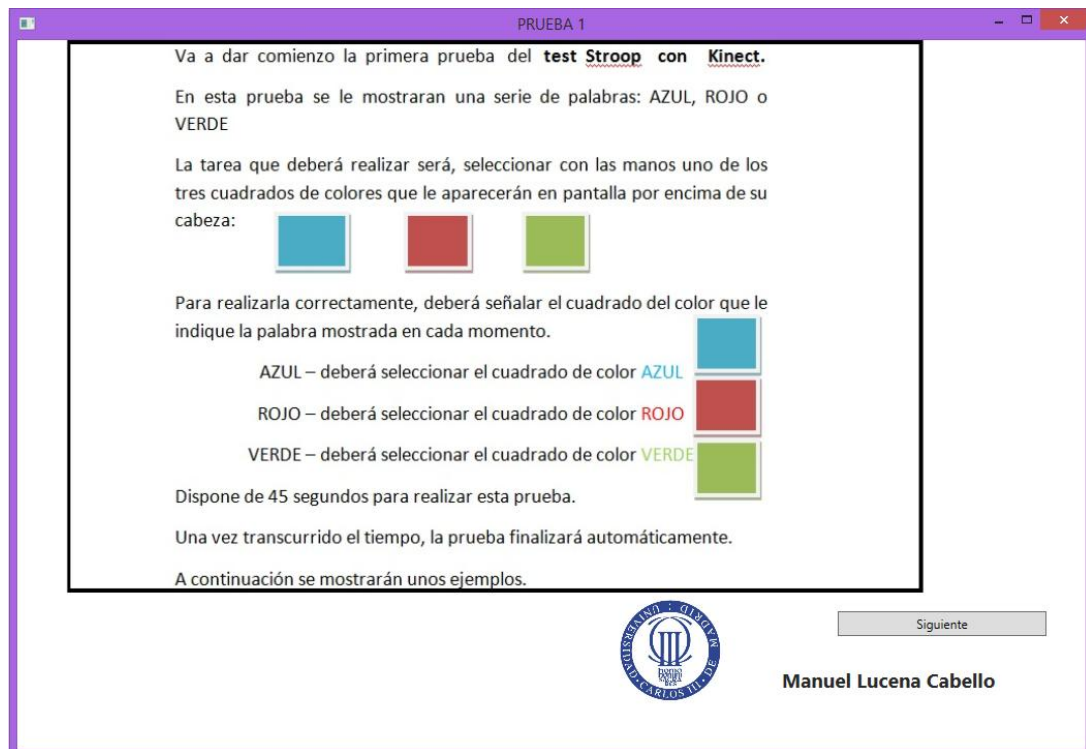


**Figura 5-12 : Diagrama general funcionamiento de las pruebas de cuerpo**

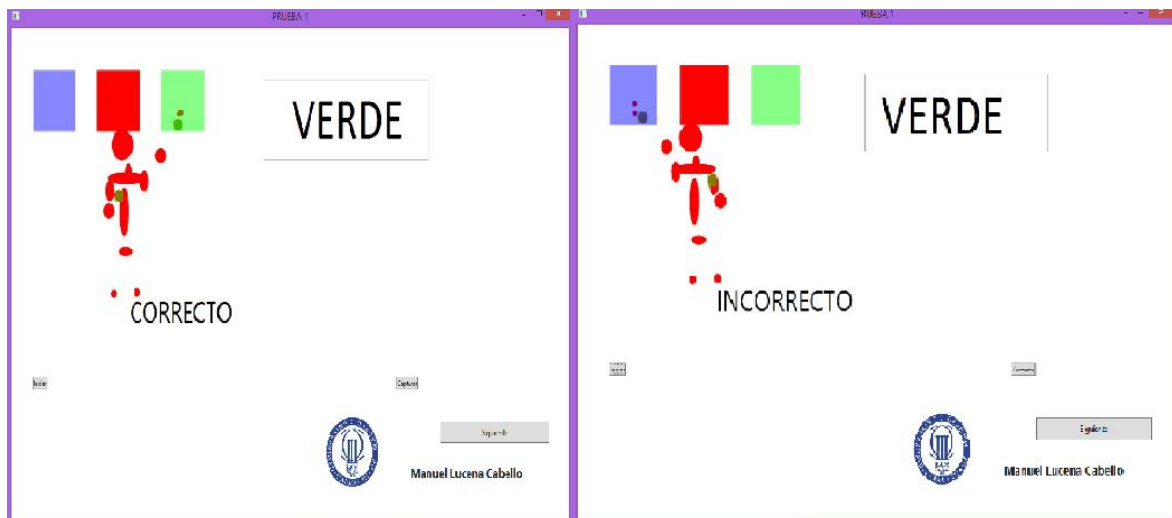
#### **5.1.2.2 Prueba 1**

Al iniciar la prueba 1, se muestran unas instrucciones (ver figura 5-13), que detallan la tarea que el paciente debe realizar. Tras pulsar el botón "siguiente" se verán dos ejemplos que clarifican el funcionamiento de la misma (ver figura 5-14) y posteriormente se iniciará la interfaz de la prueba. En esta interfaz (ver figura 5-15), aparecerá en pantalla el esqueleto virtual del participante, junto a dos botones, "Capturar" y "Inicio" (ver figura 5-15).

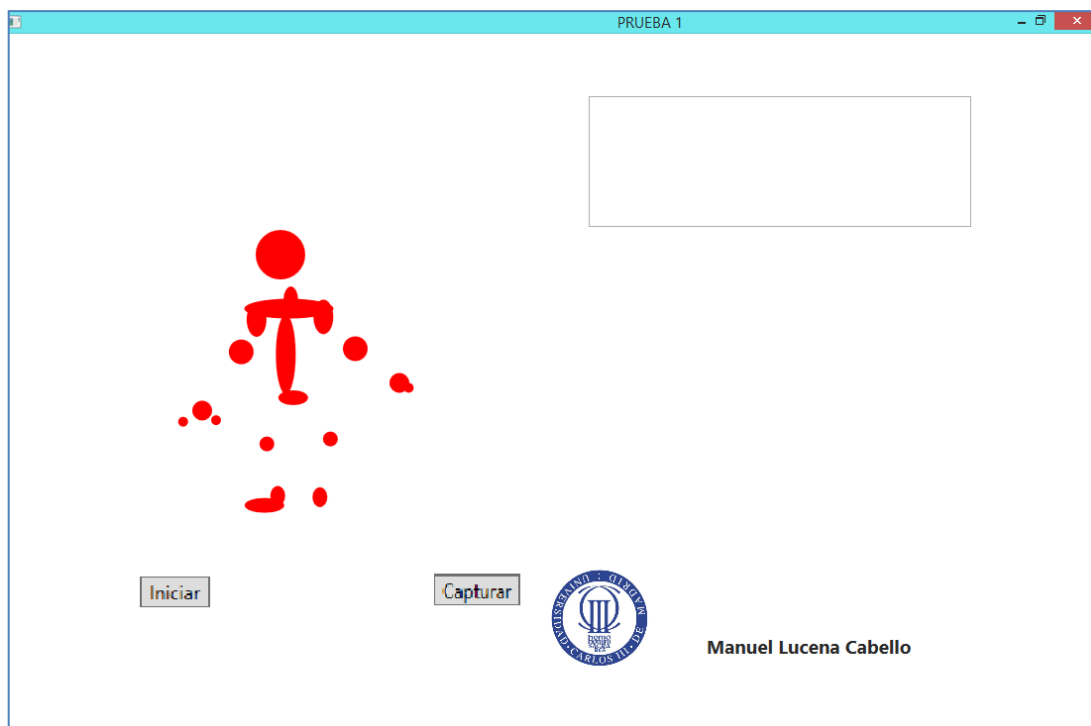
Por un lado, cuando se pulse el botón "Capturar" la aplicación colocará encima del esqueleto virtual tres cuadrados de diferentes colores (verde, rojo y azul) (ver figura 5-16). Por otro lado, cuando se pulse el botón "Inicio", dará comienzo la prueba, se mostrará la primera palabra y se iniciará el cronómetro que mide los 45 segundos de duración.



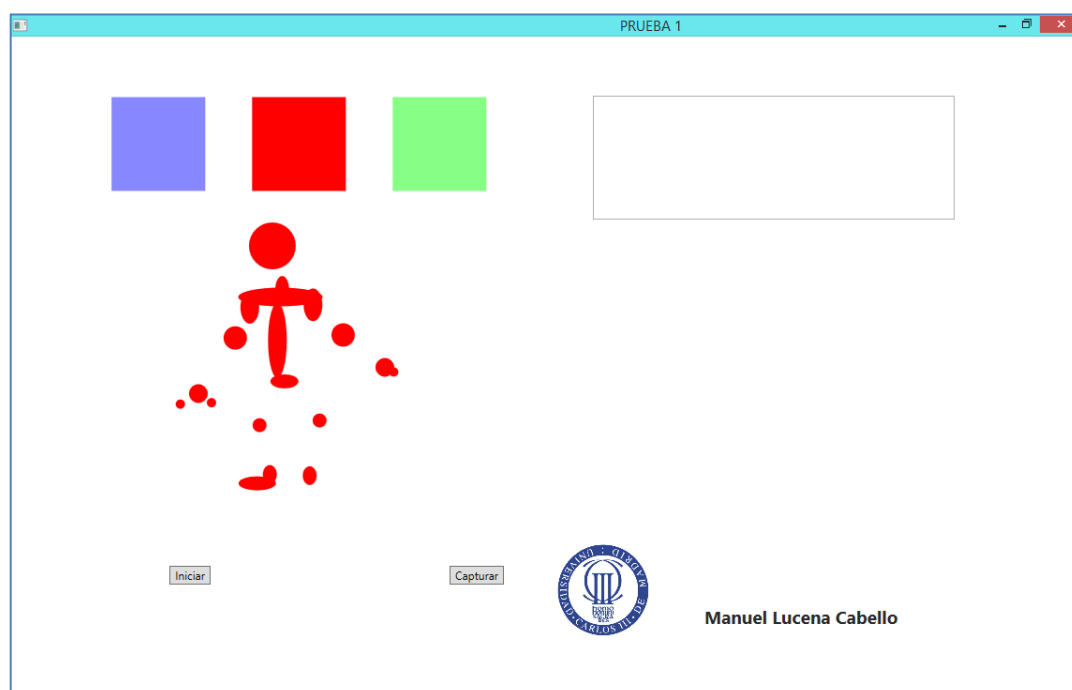
**Figura 5-13 : Instrucciones Prueba 1 de movimiento del cuerpo**



**Figura 5-14 : Ejemplo Prueba1 de movimiento del cuerpo**



**Figura 5-15 : Prueba 1 de movimiento del cuerpo**



**Figura 5-16 : Prueba 1 de movimiento del cuerpo**

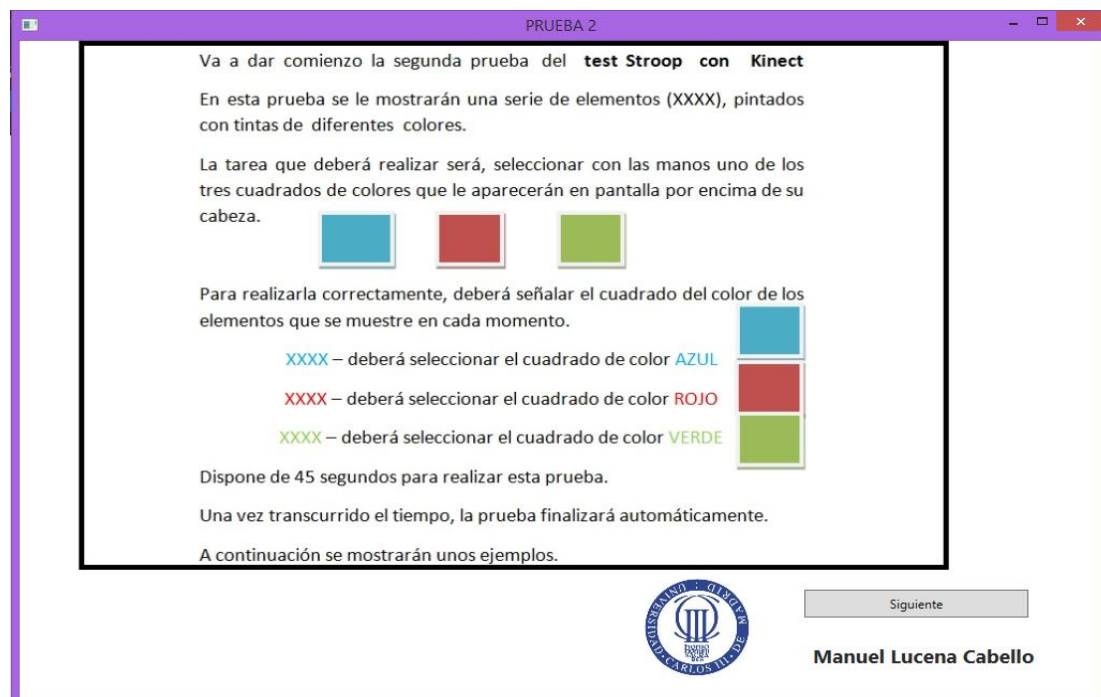
Cuando la aplicación detecte que una de las manos se encuentra situada dentro del área de un cuadrado de color, la palabra mostrada se borrará. A continuación, cuando la mano del paciente salga del área del cuadrado pulsado, se mostrará la siguiente palabra para continuar con la prueba.

El orden en el que se irán mostrando los colores se detalla en el Anexo A (Lámina P).

Esta prueba tiene una duración de 45 segundos, cuando el tiempo haya finalizado se mostrará un mensaje para que el sujeto sepa que la prueba ha terminado. Posteriormente se cerrará la ventana de la prueba 1 para abrir la prueba 2 pulsando el botón correspondiente en la interfaz principal.

### 5.1.2.3 *Prueba 2*

Al iniciar la prueba 2 se visualizará una pantalla con las instrucciones de la segunda parte del test (ver figura 5-17). Una vez que el sujeto haya comprendido el procedimiento de esta prueba se pulsará el botón "Siguiente" para dar paso a los ejemplos clarificadores asociados a esta prueba (ver figura 5-18).

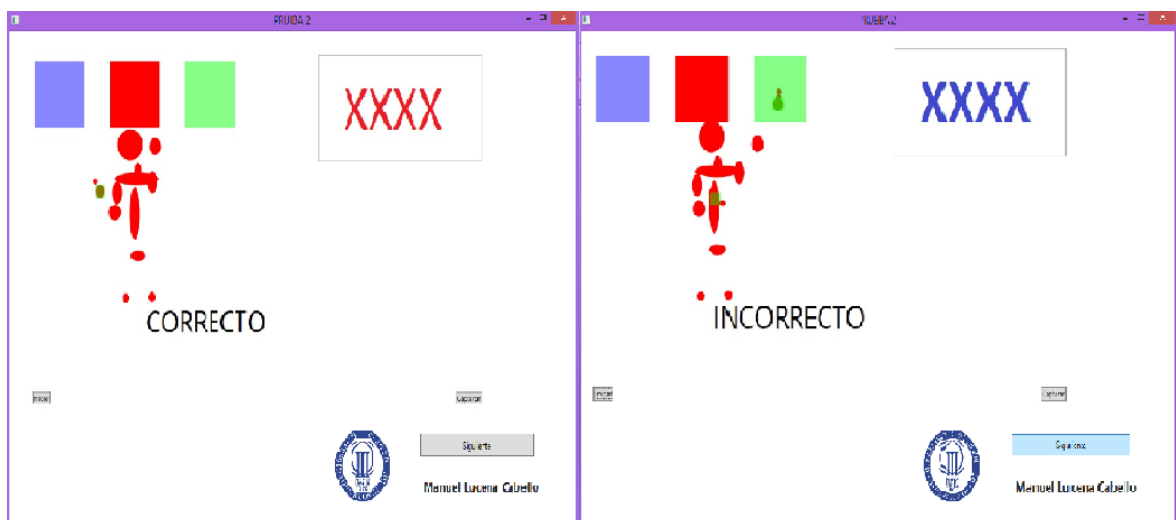


**Figura 5-17 : Instrucciones prueba 2 de movimiento del cuerpo**

Posteriormente, se abrirá la ventana en la que se va a desarrollar la tarea, el investigador deberá pulsar el botón "Capturar" para situar los cuadrados encima del esqueleto virtual y el botón "Iniciar" para mostrar la primera palabra e iniciar el temporizador de 45 segundos, del mismo modo que se realizó en la prueba anterior.

En esta prueba se mostrarán unas XXXX pintadas de colores. Los colores de los que están coloreadas pueden ser: rojo, verde o azul. El paciente deberá ir seleccionando los cuadrados de colores en función de qué color estén pintadas las XXXX.

El orden en el que van apareciendo las XXXX pintadas de colores se detalla en el Anexo A (Lámina C).

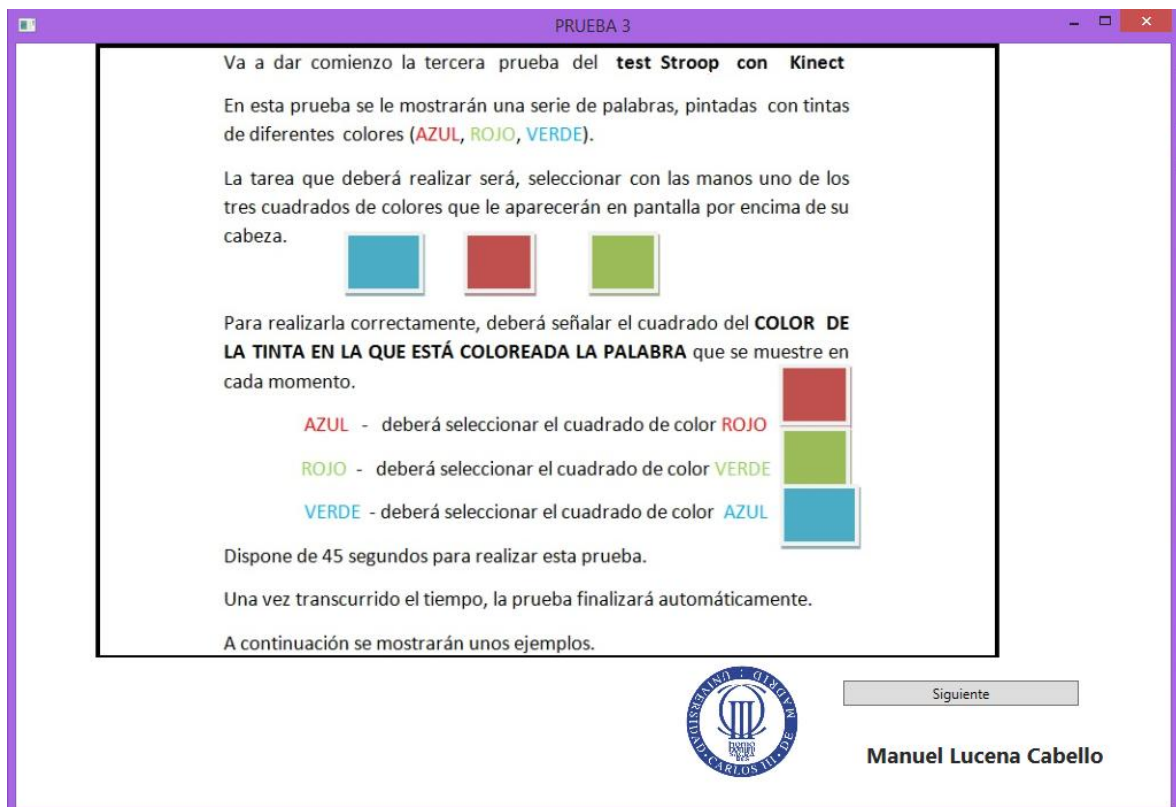


**Figura 5-18 : Ejemplo prueba 2 de movimiento del cuerpo**

Transcurridos 45 segundos aparecerá en pantalla el mensaje "FIN DE LA PRUEBA", entonces se podrá cerrar la ventana de la prueba 2 y abrir la prueba 3 en la interfaz principal.

#### 5.1.2.4 Prueba 3

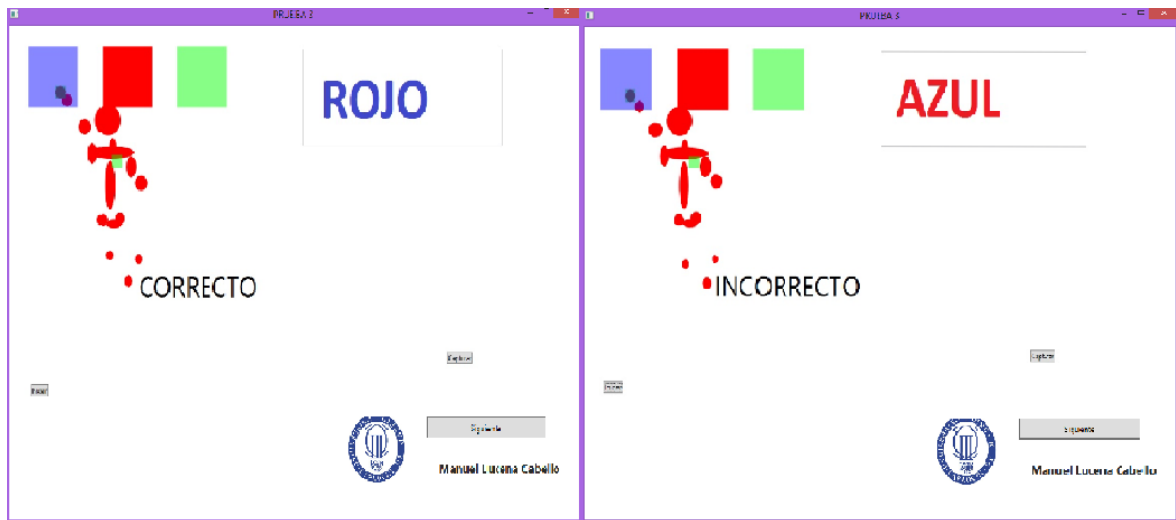
Al iniciar esta prueba, se visualizan en pantalla las instrucciones que explicarán el procedimiento correcto (ver figura 5-19). Debemos estar seguros de que el paciente ha entendido las instrucciones antes de continuar, ya que esta parte es más compleja que las dos anteriores. Dispondrá también de dos ejemplos que le facilitarán la comprensión (ver figura 5-20).



**Figura 5-19 : Instrucciones prueba 3 de movimiento del cuerpo**

En esta prueba, se mostrarán las palabras VERDE, ROJO o AZUL, pero pintadas de un color diferente al que la propia palabra indica. El sujeto deberá seleccionar el cuadrado del color del que está pintada la palabra. Por ejemplo, si se muestra la palabra "ROJO" pintada de color verde, el paciente deberá seleccionar el cuadrado verde.

El orden en el que van a aparecer las palabras pintadas se puede ver en el Anexo A (Lamina PC).



**Figura 5-20 : Ejemplo prueba 3 de movimiento del cuerpo**

Al transcurrir los 45 segundos de la prueba, se mostrará el mensaje que indica que la tarea ha finalizado y podremos cerrar la aplicación del Test Stroop versión cuerpo.

## **5.2 Datos guardados**

Para poder realizar un análisis adecuado, es esencial guardar la mayor cantidad de datos posibles y grabarlos de forma que posteriormente puedan ser diferenciados los datos de cada paciente, lo cual permitirá analizarlos por separado y compararlos entre sí.

Antes de nada, se debe estudiar qué datos van a ser fundamentales para nuestro proyecto. Tras analizar las posibilidades, se decidió, que los datos más importantes y que resultan imprescindibles son:

- **Tiempo de reacción:** Medirá el tiempo que transcurre desde que se muestra un color, hasta que el sujeto da una respuesta, ya sea acertada o fallida.



- Posición en 3D de todos los puntos de la cara: Guardará la posición de los 1.347 puntos de la cara, que serán capturados por Kinect, en coordenadas x, y, z. (La unidad de medida utilizada serán los metros). Al tratarse de puntos muy próximos entre ellos y para tener la precisión adecuada, se guardarán con 5 decimales.
- Posición en 3D de todas las articulaciones del cuerpo: Almacenará la posición de las 25 articulaciones del cuerpo con sus coordenadas x, y, z. En este caso se almacenan medidas en metros con 3 decimales de precisión.
- Action Units de la cara: Recogerá la información de los 17 Action Units que detecta la Kinect en la cara.
- Tiempo transcurrido de la prueba: Grabará el tiempo que ha transcurrido desde que se inicia la prueba hasta el instante de cada guardado.
- Número de fallos: Se ha diseñado un contador que irá midiendo el número de fallos que ha cometido el sujeto durante cada prueba.
- Número de aciertos: Se ha diseñado otro contador que irá midiendo el número de aciertos que ha tenido el sujeto durante cada prueba.
- Color mostrado: Guardará el color que se está mostrando y que deberá seleccionar el sujeto en cada momento.
- Color seleccionado: Mediante esta variable se sabrá cuando el sujeto ha acertado o fallado y también se irá guardando en la memoria.

Debido a la gran cantidad de datos que se van a obtener, es necesario almacenarlos de tal forma que posteriormente se pueda acceder a ellos sin dificultad. Para ello, y como ya se comentó en los apartados 5.1.1 y 5.1.2, para cada participante se creará un directorio por cada prueba. Cuando el participante haya finalizado todos los test, se dispondrá de los siguientes directorios:

- Aplicación que versiona el Stroop con la voz:

1. Nombre\_Apellido\_Test1
2. Nombre\_Apellido\_Test2
3. Nombre\_Apellido\_Test3

- Aplicación que versiona el Stroop con el cuerpo:

1. Nombre\_Apellido\_Test1
2. Nombre\_Apellido\_Test2
3. Nombre\_Apellido\_Test3

Estos directorios se crearán automáticamente al abrir la interfaz principal cada prueba. En cada uno de ellos se crearán 5 ficheros que (como se comentó en los apartados 5.1.1 y 5.1.2) seguirán la siguiente nomenclatura:

- Nombre\_Apellido\_2D
- Nombre\_Apellido\_3D
- Nombre\_Apellido\_Sk
- Nombre\_Apellido\_Sa
- Nombre\_Apellido\_Sp

Estos ficheros tienen formato de texto (.txt) y los datos que guardan están separados por un espacio para poder ser leídos con facilidad con MATLAB.

Todos los datos se guardarán aproximadamente 30 veces por segundo, ya que se guardan cada vez que la Kinect detecta y comprueba si hay un cuerpo, y de haberlo, actualiza su

posición. Cada vez que finaliza un guardado completo el siguiente comenzará a guardarse en la siguiente línea, así se simplifica la lectura de datos desde Matlab.

A continuación se va a detallar todos los datos que se guardarán en cada fichero:

- Fichero Nombre\_Apellido\_2D: Ocupará entre 9 y 11 Megabytes. Cada vez que haga un guardado, guardará la siguiente información:
  - ✓ Hora del sistema: Constará de 4 números enteros que son la hora, minuto, segundo y milisegundo del sistema en el que se esté ejecutando la aplicación.
  - ✓ Hora de la Kinect: También constará de 4 números pero en este caso corresponderá a la hora del sistema Kinect que empieza a contar desde que se conecta a la corriente.
  - ✓ Puntos de la cara en 2D: Guardará las coordenadas de los 1347 puntos de la cara en dos dimensiones pero no serán unas dimensiones reales, sino de una aproximación que hace la programación interna de Kinect. Ocupará 2694 números con un decimal.
- Fichero Nombre\_Apellido\_3D: Ocupará entre 19 y 24 Megabytes y cada vez que grabe datos guardará lo siguiente:
  - ✓ Hora del sistema: Constará de 4 números enteros que corresponden a la hora, minuto, segundo y milisegundo del sistema en el que se esté ejecutando la aplicación.
  - ✓ Hora de la Kinect: También constará de 4 números pero en este caso corresponderá a la hora del sistema Kinect que empieza a contar desde que se enchufa a la corriente.

- ✓ Puntos de la cara en 3D: Guardará las coordenadas de los 1347 puntos de la cara en tres dimensiones. Ocupará 4041 números con cinco decimales.
- Fichero Nombre\_Apellido\_Sk: Ocupará entre 400 y 500 kilobytes y guardará la siguiente información:
  - ✓ Hora del sistema: Constara de 4 números enteros que son la hora, minuto, segundo y milisegundo del sistema en el que se esté ejecutando al aplicación.
  - ✓ Hora de la Kinect: También constará de 4 números pero en este caso corresponderá a la hora del sistema Kinect que empieza a contar desde que se enchufa a la corriente.
  - ✓ Puntos del esqueleto en 3D: Guarda las 25 articulaciones del esqueleto virtual en tres dimensiones. En total son 75 números con 5 decimales.
  - ✓ Estado de los puntos del cuerpo: Guardará el estado de cada punto del cuerpo que la Kinect puede detectar. Los estados se representarán con números, habiendo tres posibilidades: Detectado = 1, Estimado = 2, No detectado = 3.  
En total ocupara 25 números enteros.
- Fichero Nombre\_Apellido\_Sa: Ocupará entre 80 y 110 kilobytes y guardará la siguiente información:
  - ✓ Hora del sistema: Constará de 4 números enteros que son la hora, minuto, segundo y milisegundo del sistema en el que se esté ejecutando al aplicación.

- ✓ Hora de la Kinect: También constará de 4 números pero en este caso corresponderá a la hora del sistema Kinect que empieza a contar desde que se enchufa a la corriente.
  - ✓ Action Units: Guardará el valor numérico de las 17 Action Units que detecta la Kinect. Estos valores se guardaran con 5 decimales.
- Fichero Nombre\_Apellido\_Sp: Ocupará entre 60 y 80 kilobytes y guardará la siguiente información:
    - ✓ Hora del sistema: Constara de 4 números enteros que son la hora, minuto, segundo y milisegundo del sistema en el que se esté ejecutando al aplicación.
    - ✓ Hora de la Kinect: También constará de 4 números pero en este caso corresponderá a la hora del sistema Kinect que empieza a contar desde que se enchufa a la corriente.
    - ✓ Nombre: Guardará el nombre del participante.
    - ✓ Apellido: Guardará el apellido del participante.
    - ✓ Tiempo de la prueba: Almacenará el tiempo que lleva transcurrida la prueba.
    - ✓ Tiempo de reacción: Registrará el tiempo de reacción de la última elección
    - ✓ Color mostrado: Recogerá el color que en ese instante se está mostrando al participante.
    - ✓ Color seleccionado: Recogerá el color que el paciente ha seleccionado.

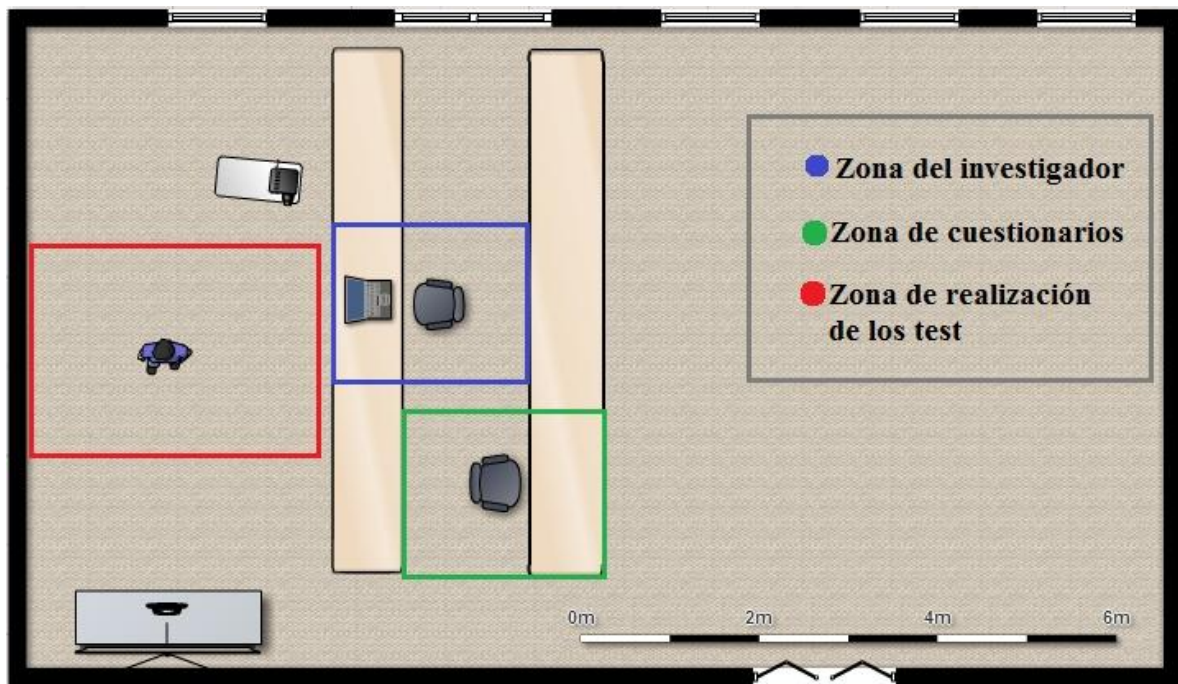
- ✓ Número de fallos: Guardará con un número entero la cantidad de fallos que el paciente haya cometido.
- ✓ Número de aciertos: Guardará con un número entero la cantidad de aciertos que el paciente haya cometido.

### ***5.3 Escenario y diseño del experimento***

Los experimentos y puesta en práctica de las pruebas anteriormente descritas se realizaron en un aula de la Universidad Carlos III de Madrid, que se acondicionó para su uso (Aula 7.3.J06). El equipo utilizado para la realización del experimento fue el siguiente:

- ✓ Cámara Kinect for Windows v2.0
- ✓ Ordenador portátil
- ✓ Aplicación desarrollada para los test Stroop
- ✓ Proyector portátil

La distribución espacial de dicho equipo y las diferentes zonas en las que podemos dividir el escenario de ensayos se muestra en la figura 5-21.



**Figura 5-21 : Escenario del experimento (Plano)**



**Figura 5-22 : Escenario del experimento (Vista 1)**



**Figura 5-23 : Escenario del experimento (Vista 2)**

Como se puede apreciar en la figura, el escenario está dividido en tres zonas: zona de realización de los test, zona de cuestionarios y zona del investigador.

- ✓ Zona de realización de los test: En esta zona se sitúa el sujeto que va a realizar la prueba, siendo suficientemente amplia para proporcionar libertad de movimiento para realizarla. La distancia de separación entre el sujeto y la cámara Kinect debe ser de entre 2 y 5 metros .

Desde esta zona el paciente tiene visión clara y directa de la pantalla donde se proyecta todo el test. Debajo de la pantalla se encuentra la cámara Kinect, resultando imprescindible que el sujeto esté en frente de la misma para permitir una adecuada interacción y la consiguiente correcta recogida de datos.

- ✓ Zona de cuestionarios: Consta de una mesa y una silla para que el paciente pueda completar cómodamente los dos cuestionarios escritos que se le entregarán.
- ✓ Zona del investigador: Área donde se sitúa el portátil desde el que se pondrá en marcha y se controlarán las aplicaciones. Es muy importante que esta zona esté



resguardada del ángulo de visión de la Kinect, ya que cualquier detección de un segundo cuerpo durante el transcurso de la prueba, causará la invalidez de los datos registrados.

#### **5.4 Consentimiento informado**

Se realizaron las pruebas a 50 personas que previamente recibieron una explicación del experimento en el que iban a participar. De acuerdo con la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal (LOPD), cada uno de los participantes firmó una hoja expresando su consentimiento sobre la captura de diversos datos. Estos datos consistían en la grabación de sus pruebas, sus datos socio-demográficos, y sus respuestas al cuestionario de impulsividad y de extroversión. Esta hoja informativa se puede consultar en el Anexo C de esta memoria.



## 6 Análisis y resultados

---

### **6.1 Descripción de la muestra**

Con el objetivo de verificar el correcto funcionamiento de la aplicación desarrollada, se hicieron pruebas a 50 personas. Esta muestra estaba compuesta por estudiantes y algunos familiares. La media de edad de los participantes era 29.42 con una desviación estándar de 12.22.

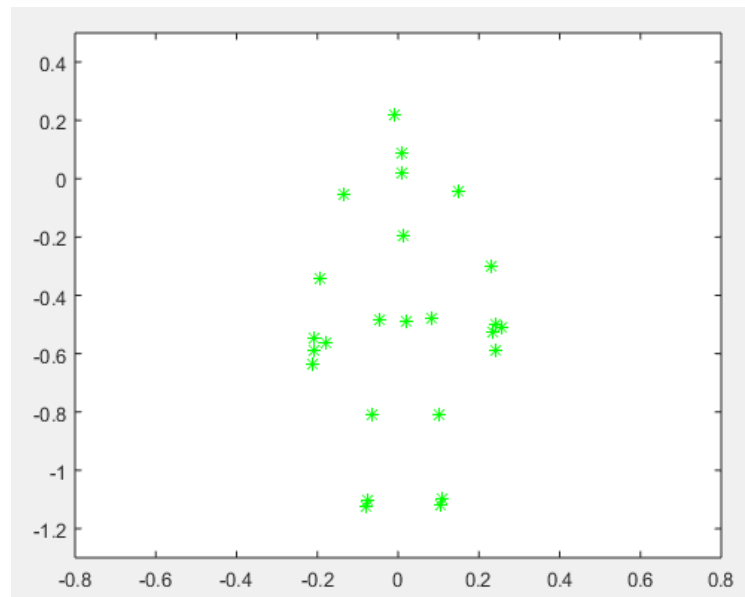
Tras realizar la prueba a esta muestra, se observó un correcto funcionamiento de la aplicación. Los datos se guardaron correctamente ya que ésta se desarrolló sin interrupciones ni errores de ningún tipo. Además, se crearon todos los ficheros correspondientes, guardando los datos comentados en el apartado 5.2.

Para entender los datos obtenidos, se realizó un pequeño estudio utilizando la sub-muestra formada por las personas con edad inferior a 40 años. Esta restricción se llevo a cabo buscando homogeneizar la muestra. La muestra quedo reducida a 35 personas. La media de edad de esta muestra era 23.11 y la desviación estándar 4.91.

Esta muestra contenía dos grupos. El primero formado por 17 sujetos que realizo la prueba de voz. El segundo, compuesto por los 18 restantes, realizó la prueba interactuando mediante movimientos. La inclusión en un grupo o en otro fue aleatoria.

### **6.2 Estudio de regresión lineal**

El estudio se realizó utilizando el software Matlab y StatGraphics. Primeramente, se realizó un pequeño estudio exploratorio de los datos para descubrir que posibles variables podían estar relacionadas con la impulsividad. Para ello, se replicó las pruebas en Matlab. Se implementó un script que permitía visualizar cada una de los distintos componentes del individuo para cada uno de los instantes de tiempo (Ver Figura 6-1).



**Figura 6-1 : Representación en 3D del esqueleto virtual con Matlab**

De estos videos, se observó que los distintos participantes presentaban distintos patrones de comportamiento. Algunos de ellos permanecían inmóviles durante toda la prueba, otros realizaban distintos balanceos y otros realizaban acciones como tocarse la cara o el pelo. Por ello, nuestro objetivo en este estudio es determinar si es posible encontrar patrones de movimiento que identifiquen impulsividad durante las dos versiones del test Stroop (voz y movimiento). Es decir, determinar si es posible obtener una medición de impulsividad más precisa mediante estos patrones que la obtenida por el índice tradicional de interferencia.

Para ello, se obtuvieron las siguientes variables:

- Media y desviación del desplazamiento (obtenidas a través de la distancia Euclídea entre dos frames consecutivos) de cada uno de los 25 Joints que componen el esqueleto virtual.
- Media y desviación de la inclinación del tronco del sujeto en sus tres coordenadas espaciales.
- Finalmente, media y desviación del coseno del ángulo formado por las dos piernas.

Además de estas variables independientes se utilizó la puntuación total del cuestionario BIS-11 como variable dependiente. En la Tabla 4 se resumen todas las variables comentadas anteriormente.

Variable	Media movimiento Joints	Desviación típica movimiento Joints	Media inclinación espalda	Desviación típica inclinación espalda	Media apertura piernas	Desviación típica apertura piernas	Puntuación BIS
Número	25	25	1	1	1	1	1

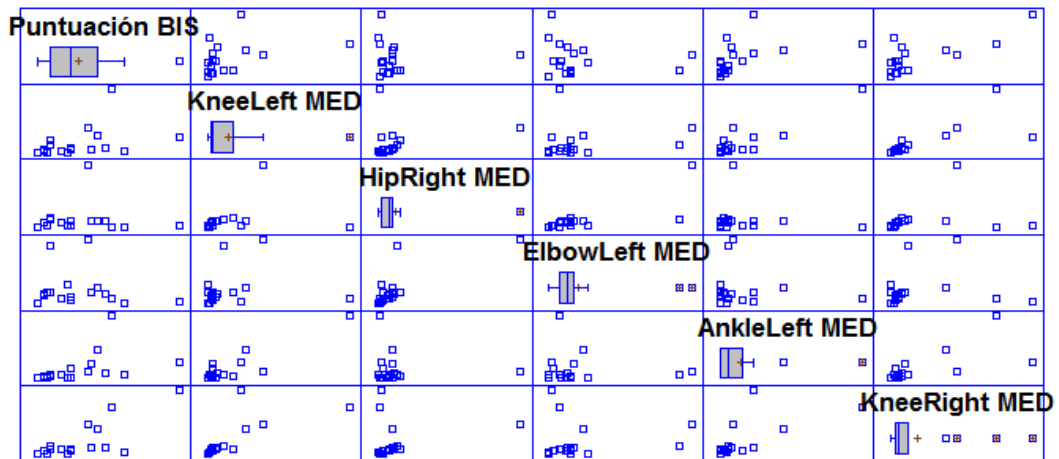
**Tabla 4 : Variables del análisis**

A continuación se exponen los resultados obtenidos en algunas de las pruebas. En primer lugar en el apartado 6.2.1 se van a exponer los resultados obtenidos para la prueba Stroop con voz (Test 1). Posteriormente se hará lo mismo con la prueba Stroop con cuerpo (Test 1) en el apartado 6.2.2.

### **6.2.1 Resultados del estudio de regresión lineal para la prueba Stroop con Voz (Test 1)**

Para desarrollar el estudio de regresión lineal de esta prueba, solo se utilizaron los datos de las 17 personas del grupo 1, ya que es el que realizó la prueba con voz en primer lugar. No se emplean los datos del grupo 2, porque podrían verse influenciados por haber realizado en primer lugar la prueba Stroop con cuerpo.

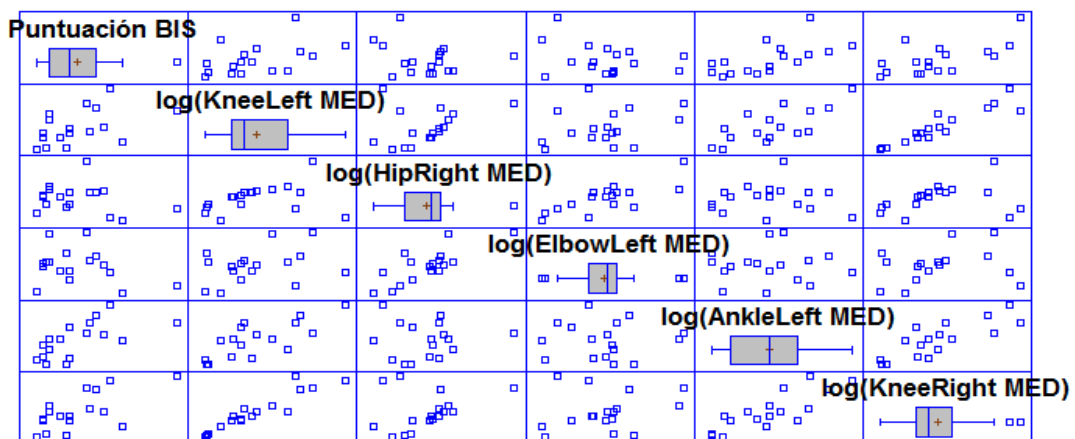
Para comenzar el análisis de los datos seleccionados, primeramente analizamos si se cumplen las hipótesis de linealidad y homocedasticidad. Para ello, se realizó un análisis de múltiples variables con StatGraphics. En la Figura 6-2 se muestra el gráfico de dispersión de diversas variables independientes con respecto a la variable dependiente (Puntuación total del BIS-11). Estas variables han sido escogidas de forma que muestren los distintos comportamientos observados por las distintas variables.



**Figura 6-2 : Análisis de múltiples variables Stroop con voz**

Podemos ver en la gráfica que los datos son heterocedásticos por lo que se tendrá que aplicar alguna transformación para satisfacer la condición de homocedasticidad. Para ello se aplicaron logaritmos a las variables independientes.

En la Figura 6-3 se muestran los gráficos de dispersión anteriores una vez que se ha aplicado la transformación.



**Figura 6-3 : Análisis de múltiples variables con logaritmos Stroop con voz**

Se puede observar una mayor homocedasticidad de los datos. En relación a la linealidad, se observa un alto grado de linealidad. Se analizaron otras posibles transformaciones pero no mejoraron los resultados. Asumimos que se cumple la hipótesis de independencia ya que las puntuaciones de un individuo no dependen de las de otro.

Con el objetivo de tener un mejor entendimiento entre cada una de las variables independientes y con la variable dependiente se calcularon las distintas correlaciones. Las variables con las que se obtuvo un mayor coeficiente de correlación se muestran en la Tabla 5.

Nombre Variable	Log(AnkleRight MED)	log(KneeRight MED)	log(AnkleLeft MED)	log(FootRight MED)	log(KneeLeft MED)
Correlación con BIS	0,7019	0,6557	0,6343	0,6180	0,4687

**Tabla 5 : Correlaciones de BIS-11 con variables de movimiento (Prueba voz)**

Se puede observar, que todas estas variables están relacionadas con movimientos de las piernas. Un resultado sorprendente que se encontró fue que algunas correlaciones eran negativas. Este hecho llamó la atención ya que nuestra suposición era que personas impulsivas realizarían mas movimientos. Sin embargo, una correlación negativa indicaría que cuanto mayor es la impulsividad de la persona menor es el movimiento en estas variables. Tras analizar este fenómeno, se observó que la mayoría de estas variables estaban relacionadas con el movimiento de las manos. Tras visualizar los videos otra vez, se observó que en ocasiones las personas tenían los brazos cruzados delante del estomago o detrás de la espalda y provocaba que la Kinect no proporcionara valores precisos. Proporcionaba localizaciones que presentaban una gran variabilidad y alejadas de su verdadero valor. Por ello, estas variables fueron excluidas de los experimentos realizados.

Tras esto, se realizó un estudio de regresión con el objetivo de predecir el valor de la impulsividad utilizando los descriptores previamente indicados.

El diseño del experimento consistió en una validación cruzada (dejando un dato fuera) con selección de variables. Es decir, se dejaba un dato fuera y con las restantes variables se ajustaba una regresión lineal (simple o múltiple). La selección de variables se realizó de

forma exhaustiva. La mejor combinación era aquella que proporcionaba la mayor correlación entre los valores predichos y la variable dependiente; y que en la que además sus variables eran significativas. Se observó que la mejor combinación de variables estaba formada por la media y desviación estándar del pie izquierdo y la desviación estándar de la apertura de piernas. Con estas tres variables, el coeficiente de correlación obtenido utilizando este diseño fue de 59.10.

Tras determinar estas variables, se realizó un estudio de regresión tradicional en el que se incluyeron todas las variables. El modelo ajustado se puede apreciar en la Tabla 6 donde se observa que estas variables son significativas ( $p\text{-valor} < 0,05$ ) y  $R^2$  ajustado de 52.60.

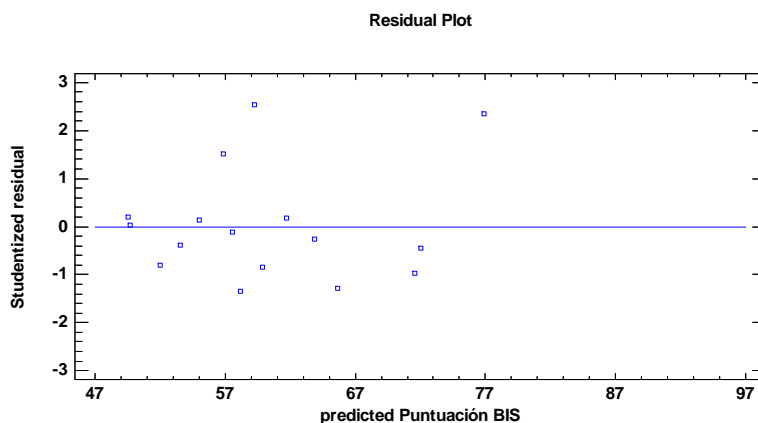
		<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
CONSTANT	93,1864	9,35586	9,96022	0,0000
log(FootLeft MED)	13,0599	3,47826	3,75473	0,0024
log(FootLeft STD)	-12,7877	3,56111	-3,59093	0,0033
log(Apertura STD)	7,08008	2,48377	2,85054	0,0136

**Tabla 6 : Resultados del modelo ajustado**

R-squared = 61,4951 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 52,6093 percent

El gráfico de residuos parece no presentar ninguna estructura indicando un modelo correcto. Este gráfico se aprecia en la Figura 6-4.



**Figura 6-4 : Gráfico de residuos**



Finalmente, para complementar el gráfico anterior y comprobar la normalidad de los residuos, se realizó un Test Chi-cuadrado. El resultado de este Test se muestra en la Tabla 7.

	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>	<i>Observed</i>	<i>Expected</i>	
	<i>Limit</i>	<i>Limit</i>	<i>Frequency</i>	<i>Frequency</i>	<i>Chi-Square</i>
at or below		-5,0	4	3,92	0,00
	-5,0	1,0	7	5,57	0,36
	1,0	7,0	3	4,93	0,76
above	7,0		3	2,57	0,07

**Tabla 7 : Tabla Test Chi-cuadrado**

Chi-Square = 1,19623 with 1 d.f. P-Value = 0,274075

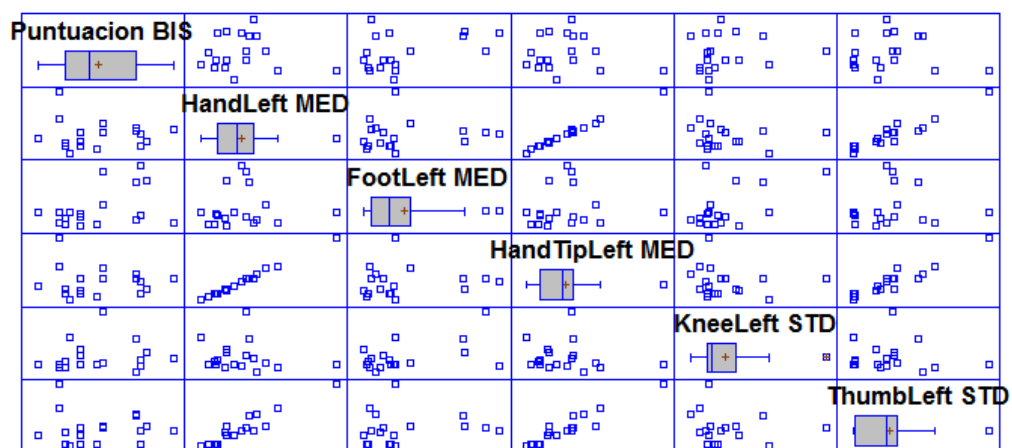
Como el p-valor es superior a 0,05 podemos asumir normalidad de los residuos.

Terminamos de presentar los resultados de este análisis indicando que la correlación entre el BIS y la interferencia era de -0,1892.

### **6.2.2 Resultados del estudio de regresión lineal para la prueba Stroop con Cuerpo (Test 1)**

En este análisis solo se utilizaron los datos de los miembros del grupo 2 (que realizaron en primer lugar esta prueba).

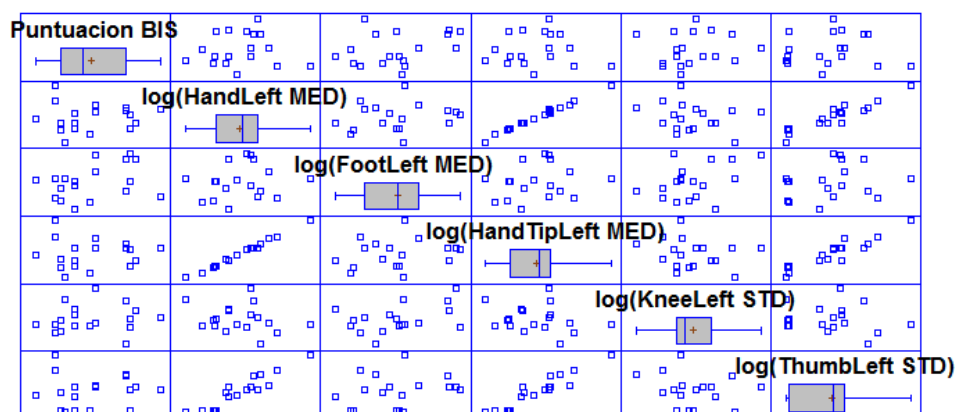
Del mismo modo que se procedió en el análisis expuesto realizado para la prueba Stroop con voz, debemos comenzar el análisis de los datos seleccionados comprobando que se cumplan las hipótesis de linealidad y homocedasticidad. Para ello, se realizó un análisis de múltiples variables con StatGraphics. En la Figura 6-5 se muestra el gráfico de dispersión de diversas variables independientes con respecto a la variable dependiente (Puntuación total del BIS-11). Estas variables han sido escogidas de forma que muestren los distintos comportamientos observados por las distintas variables.



**Figura 6-5 : Análisis de múltiples variables Stroop con cuerpo**

Se puede observar en la gráfica que los datos son heterocedásticos por lo que se tendrá que aplicar alguna transformación para satisfacer la condición de homocedasticidad. Para ello se aplicaron logaritmos a las variables independientes.

En la Figura 6-3 se muestran los gráficos de dispersión anteriores una vez que se ha aplicado la transformación.



**Figura 6-6 :Análisis múltiples variables con logaritmos Stroop con cuerpo**

Se puede observar una mayor homocedasticidad de los datos. En relación a la linealidad, se observa un alto grado de linealidad. Se analizaron otras posibles transformaciones pero no mejoraron los resultados. Como en la prueba de voz, asumimos que se cumple la hipótesis de independencia ya que las puntuaciones de un individuo no dependen de las de otro.

Con el objetivo de tener un mejor entendimiento entre cada una de las variables independientes y con la variable dependiente se calcularon las distintas correlaciones. Las variables con las que se obtuvo un mayor coeficiente de correlación se muestran en la Tabla 8.

Nombre Variable	log(Head MED)	log(ElbowRight MED)	log(ShoulderRight STD)	log(Neck MED)	log(ShoulderLeft MED)
Correlación con BIS	0,6173	0,5780	0,5653	0,4888	0,4031

**Tabla 8 : Correlaciones de BIS-11 con variables de movimiento (prueba cuerpo)**

Se puede observar, que muchas variables están relacionadas con el tronco, cuello y cabeza. En este caso la mayor parte de las correlaciones son positivas, lo que indica que cuanto mayor sea el movimiento mayor será la impulsividad. También es importante resaltar que la prueba Stroop con cuerpo implica la necesidad de movimiento para poder realizarla y que las manos la mayor parte de la prueba están separadas del cuerpo, lo que mejora su captura.

Tras esto, se realizó un estudio de regresión con el objetivo de predecir el valor de la impulsividad utilizando los descriptores previamente indicados.

El diseño del experimento consistió en una validación cruzada (dejando un dato fuera) con selección de variables. Es decir, se dejaba un dato fuera y con las restantes variables se ajustaba una regresión lineal (simple o múltiple). La selección de variables se realizó de forma exhaustiva. La mejor combinación era aquella que proporcionaba la mayor correlación entre los valores predichos y la variable dependiente; y que en la que además sus variables eran significativas. Se observó que la mejor combinación de variables estaba formada por la media de la base del tronco, de la cabeza y de la cadera derecha. Con estas tres variables, el coeficiente de correlación obtenido utilizando este diseño fue de 75.34.

Tras determinar estas variables, se realizó un estudio de regresión tradicional en el que se incluyeron todas las variables. El modelo ajustado se puede apreciar en la Tabla 9 donde se observa que estas variables son significativas ( $p\text{-valor} < 0,05$ ) y  $R^2$  ajustado de 60.67.

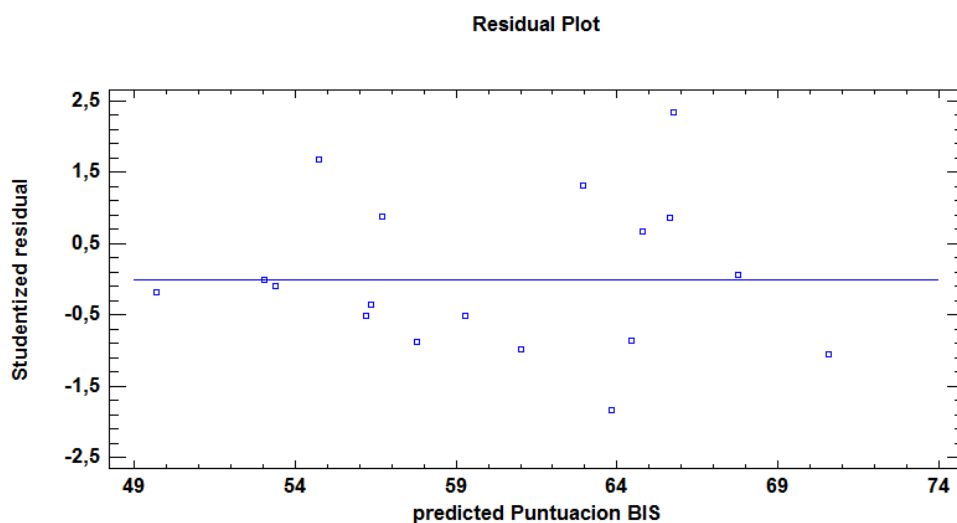
		<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
CONSTANT	97,1878	11,5624	8,40547	0,0000
log(SpineBase MED)	-77,4466	24,9071	-3,10942	0,0077
log(Head MED)	16,0637	3,92701	4,09055	0,0011
log(HipRight MED)	69,8827	25,2682	2,76563	0,0152

**Tabla 9 : Resultados del modelo ajustado**

R-squared = 67,6149 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 60,6753 percent

El gráfico de residuos parece no presentar ninguna estructura indicando un modelo correcto. Este gráfico se aprecia en la Figura 6-7.



**Figura 6-7 : Gráfico de residuos**

Finalmente, para complementar el gráfico anterior y comprobar la normalidad de los residuos, se realizó un Test Chi-cuadrado. El resultado de este Test se muestra en la Tabla 10.

	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>	<i>Observed</i>	<i>Expected</i>	
	<i>Limit</i>	<i>Limit</i>	<i>Frequency</i>	<i>Frequency</i>	<i>Chi-Square</i>
at or below		-4,4	1	2,46	0,87
	-4,4	-0,8	7	5,12	0,69
	-0,8	2,8	5	6,05	0,18
above	2,8		5	4,37	0,09

**Tabla 10 : Tabla Test Chi-cuadrado**

Chi-Square = 1,83013 with 1 d.f. P-Value = 0,17611

Como el p-valor es superior a 0,05 podemos asumir normalidad de los residuos.

Terminamos de presentar los resultados de este análisis indicando que la correlación entre el BIS y la interferencia era de 0,2908.

### **6.3 Otros resultados obtenidos**

Además de las de los resultados previamente comentados. También se obtuvo el coeficiente de correlación entre la impulsividad reflejada por el cuestionario BIS y el tiempo de reacción y la interferencia de cada prueba (explicada en el apartado 2.2.2.6).

Para la prueba con voz:

	<b>Interferencia</b>	<b>TR</b>
<b>Test 1</b>		<b>-0.07</b>
<b>Test 2</b>		<b>-0.18</b>
<b>Test 3</b>	<b>-0.1892</b>	<b>-0.03</b>

**Tabla 11 : Correlaciones prueba de voz**

Respecto a los datos aportados en la tabla 7 podemos comentar lo siguiente:

1. Los tiempos de reacción dan una correlación negativa respecto a la puntuación del BIS, lo que indica que a menor tiempo de reacción mayor impulsividad.

2. La correlación entre el valor de la interferencia de todos los participantes y su puntuación en el BIS es negativa. Esto es normal e indica, cómo se detalla en el apartado 2.2.2.6, que los sujetos impulsivos encuentran más dificultades con la tercera parte de la prueba, ya que completan menos estímulos de los estimados.

Para la prueba con cuerpo:

	<b>Interferencia</b>	<b>TR</b>
<b>Test 1</b>		<b>-0.4150</b>
<b>Test 2</b>		<b>-0.1540</b>
<b>Test 3</b>	<b>0.2908</b>	<b>-0.3963</b>

**Tabla 12 : Correlaciones prueba de cuerpo**

Respecto a los datos representados en la tabla 8 podemos comentar:

1. Los tiempos de reacción dan una correlación negativa respecto a la puntuación del BIS, lo que indica que a menor tiempo de reacción mayor impulsividad.
2. La correlación entre el valor de la interferencia de todos los participantes y su puntuación en el BIS es positiva. Esto, como se explica en el apartado 2.2.2.6, no es un resultado correcto ya que debería haber sido negativo por el efecto Stroop. Este resultado erróneo puede tener una explicación, tras consultar a un experto en el campo de la psiquiatría por los resultados tan contradictorios, se llegó a la conclusión de que la contradicción se debe a un fallo en la colocación del mostrador de palabras. Las palabras en la prueba del Stroop versión con cuerpo, se mostraron en la zona superior derecha, mientras que los cuadrados que debían seleccionarse se mostraban en el lado superior izquierdo (Figura 6-9). Como los sujetos no tenían visión directa del mostrador de palabras al mirar a los cuadrados, eran capaces de

observar "de reojo" el color de la palabra mostrada en el lado derecho, evitando así leerla y que la interferencia del efecto Stroop tuviera ningún efecto. La solución a este problema se explica más adelante en el apartado 7.2.



**Figura 6-8 : Ejemplo interfaz prueba de cuerpo**

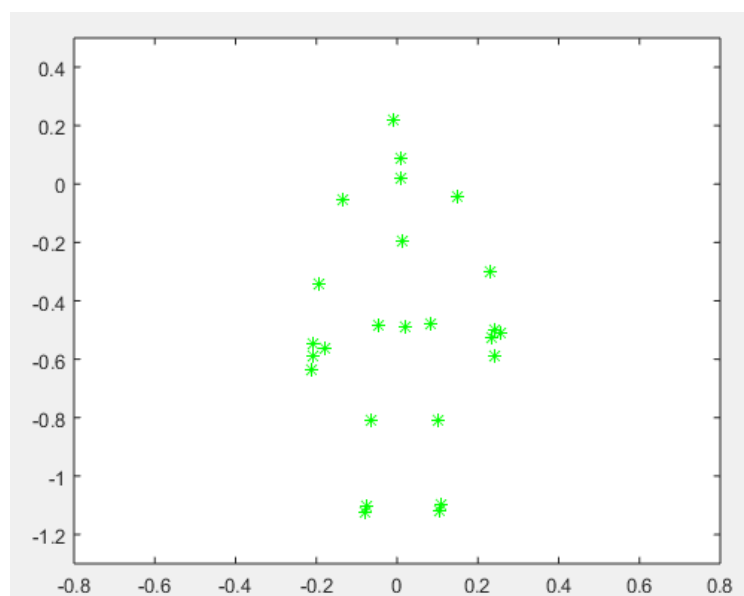
## 7 Conclusiones y trabajo futuro

---

### 7.1 Conclusiones

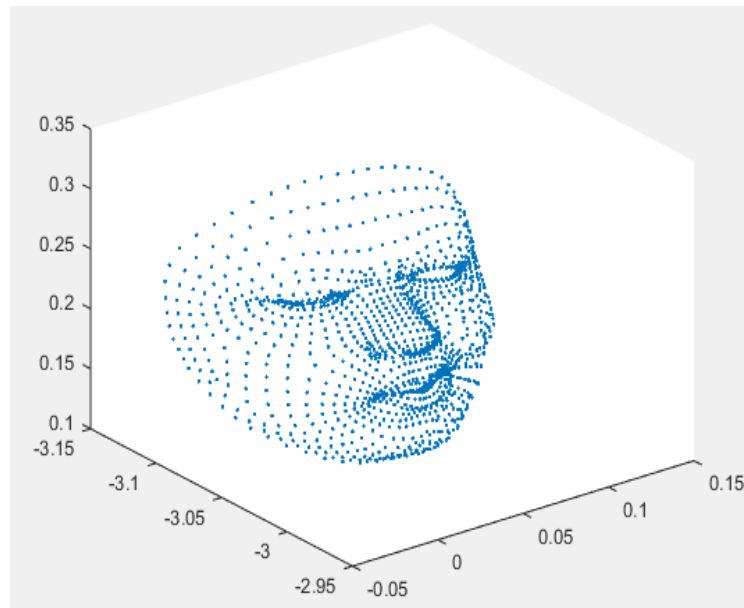
En este Trabajo Fin de Grado se han desarrollado dos aplicaciones con el objetivo de implementar el test Stroop, capturando los comportamientos faciales y corporales durante el transcurso de toda la prueba. Para ello, se ha utilizado una cámara Kinect for Windows v2, capaz de capturar la profundidad (detallado en el apartado 4 de la memoria).

Para probar esta aplicación se efectuaron 50 ensayos con participantes que previamente habían aceptado las condiciones de la prueba. Todas las pruebas se desarrollaron sin ningún fallo en las aplicaciones y además se comprobó que todos los datos necesarios (indicados en el apartado 5.3) se guardaron correctamente. Para comprobarlo, se procesaron los datos guardados con MATLAB, reproduciendo gráficamente los movimientos tanto corporales como faciales en 3D (como se puede observar en las figuras 7-1 y 7-2).



**Figura 7-1 : Representación del cuerpo con MATLAB**





**Figura 7-2 : Representación de la cara en 3D**

Finalmente, una vez verificada la bondad de los datos de movimiento obtenidos, se relacionaron dichos datos con los resultados de los cuestionarios de impulsividad BIS-11.

## **7.2 Trabajo futuro**

Durante el desarrollo del presente proyecto, se han detectado una serie de acciones de mejora que se incluyen en este apartado. Estos trabajos futuros irán encaminados, por un lado, a mejorar la funcionalidad de la herramienta desarrollada, y por otro, a mejorar los parámetros de medida obtenidos por la herramienta.

En relación a lo anterior se adjunta la siguiente lista de trabajos futuros:

1. **Mejora en la obtención de datos:** Tras observar los datos obtenidos en los ensayos, se han visto que se pueden mejorar las siguientes situaciones:
  - *Mejora en la iluminación de la sala.* Todos los ensayos se realizaron con baja luminosidad para poder visualizar bien las imágenes del proyector, esto

ha dado como resultado que la captura, tanto del cuerpo como de la cara, no haya sido óptima y podría haberse mejorado con mayor iluminación de la sala.

- *Mejora en la captación del movimiento de las manos.* Se ha observado que algunos pacientes durante el transcurso de las pruebas, tendían a juntar las manos al cuerpo o las posicionaban cruzadas frente al cuerpo. Este gesto hace que la Kinect no pueda diferenciar correctamente los puntos de las manos y del cuerpo, lo que provoca distorsiones en la captura de su posición. Para solucionar este problema, bastaría con dar una indicaciones de posición al paciente, al inicio de las pruebas.
- *Aumento del número de ensayos.* Para poder obtener unos resultados más concluyentes, es necesario aumentar el número de muestras tomadas.

2. **Mejora en el diseño de la herramienta:** Tras lo comentado en los ensayos, podemos deducir que la colocación del mostrador de palabras es crucial para el correcto funcionamiento de la prueba. Debe colocarse en una zona central para que los participantes tengan una visión clara de la palabra que se les muestra, ya que colocándolo en un extremo, los pacientes podrán ver de reojo el color pintado sin necesidad de leer la palabra, falseando así los resultados de la prueba.

3. **Mejora en la comparación de resultados:** Para obtener más datos de la personalidad con los que comparar los resultados de las pruebas, de cara al futuro, sería recomendable utilizar más cuestionarios de personalidad, para analizar otros parámetros como la extraversión.

# Referencias

---

1. *Impulsivity Compulsivity and top-down cognitive control*. **Dalley, J. W., Everitt, W. J. y Robins, T. W.** 2011, *Neuron*, págs. 680--694.
2. *Impulsivity: a review*. **Arce, E. y Santisteban, C.** 2, 2006, *Psicothema*, Vol. 18, págs. 213--220.
3. *Varieties of impulsivity*. **Evenden, J. L.** 4, 1999, *Psychopharmacology*, Vol. 146, págs. 348--361.
4. *psychiatric aspects of impulsivity*. **Moeller, Barratt, Dougherty, Schmitz, Swann.** 11, 2001, *american journal of psychiatry*, Vol. 158, págs. 1783-1793.
5. *Neuropsicología de la agresión impulsiva*. **Miguel Ángel Alcázar-Córcoles, Antonio Verdejo-García, José Carlos Bouso Saiz, Laura Bezos-Saldaña.** 2010, *Neurol*, págs. 291-299.
6. **Vives, Fábila Morales.** *El efecto de la impulsividad sobre la agresividad y sus consecuencias en el rendimiento de los adolescentes*. s.l. : Universitat Rovira I Virgili, 2007.
7. *Measuring impulsivity in school-aged boys and examining its relationship with ADHD and ODD ratings*. **Ávila, C., Cuenca, I., Félix, V., Parcet, M.A. y Miranda, A.** 2004, *Journal of Abnormal Child Psychology*, 32,, págs. 295-304.
8. *Impulsivity: the prelude to behavioral addictions*. **José de Sola Gutiérrez, Gabriel Rubio Valladolid, Fernando Rodríguez de Fonseca.** 2013, *Health and addictions*, vol 13, No 2, págs. 145-155.
9. **John Monahan, Henry J. Steadman.** *Violence and mental disorder*. Chicago, USA : The University of Chicago Press, 1994.
10. *The Principles of Psychology*. **James, W.** 1890, Henry Holt and Company, págs. 449-485.
11. *Implicaciones para el estudio de la neurobiología de la experiencia consciente. El Acto Impulsivo1*. **Felipe, Orozco-Cabal Luis, S., Barratt Ernest y R., Buccello Regina.** Gavelston, USA : Universidad de Texas, 2007, *Revista Latinoamericana de Psicología*, vol 39, No 1,, págs. 109-126.
12. *Social Neuroscience: The Footprints of Phineas Gage*. **Kihlstrom, John F.** 2010, *Social Cognition*, Vol. 28, No. 6, págs. 757--783.
13. *Implicaciones para el estudio de la neurobiología de la experiencia consciente*. **Luis Felipe Orozco-Cabal, Ernest S. Barratt, Regina R. Burccello.** Gavelston, USA : Universidad de Texas, 2007, *Revista Latinoamericana de Psicología* vol 29, No 1.
14. **asociacionpromi.** El curioso caso de Phineas Gage. [En línea] Enero de 2015. <https://clnicadanocerebralfundacionpromi.wordpress.com/category/articulos/>.

15. *Dickman's impulsivity inventory, its relationship to Eysenck's personality questionnaire*. **Chico, E., Tous, J. M., Lorenzo-Seva U., & Vigil-Colet A.** 2003, *Personality and individual differences*, 35, págs. 1.883-1.892.
16. *Rasgos de la personalidad y conducta antisocial y delictiva*. **Concepción López Soler, José Ramón López López.** 2003, *Psicopatología Clínica Legal y Forense*, vol 3, No 2, págs. 5-19.
17. *Age norms for impulsiveness, venturesomeness and empathy in adults*. **Eysenck, Pearson, Easting, Allsopp.** 1985, *Personality and Individual Differences*, págs. 313-319.
18. *Validation of the Dutch translation of the I7 questionnaires*. **Marijn Lijffijt, Hervé Caci, Leon Kenemans.** 2005, *Personality and Individual Differences*, vol 38, págs. 1123-1133.
19. **Varela, Marlen Figueroa.** *Evaluación conductual y psicofisiológica de la impulsividad y su relación con el trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH)*. Granada : Editorial de la Universidad de Granada, 2013.
20. *Impulsividad funcional y disfuncional en jóvenes con consumo intensivo de alcohol (binge drinking)*. **Adan, Ana.** 2012, *ADICCIONES* vol 24, No 1, págs. 17-22.
21. *Functional and dysfunctional impulsivity: personality and cognitive correlates*. **Dickman, S. J.** 1990, *Journal of personality and social psychology*, Vol. 58, págs. 95-102.
22. **Gregory Boyle, Gerard Matthews, Donald Saklofske.** Vol 2 *Personality Measuring and Testing. Personality Theory and Assessment*. s.l. : SAGE, 2008, págs. 179-188.
23. **A. Cordero, Antonio Pamos y Nicolás Seisdedos.** *Adaptación NEO-FII*. s.l. : TEA ediciones, 1999.
24. *A very brief measure of the Big-Five personality domains*. **Gosling, Samuel.** 2003, *Journal of Research in Personality*, vol 37, No 6, págs. 504-528.
25. **Goldberg, Lewis R.** *The Structure of Phenotypic Personality Traits*. s.l. : American Psychologist, 1993.
26. *Anxiety and impulsiveness related to psychomotor efficiency*. **Barratt, Ernest.** 1959, *Perceptual and Motor Skills*, vol 9, págs. 191-198.
27. *Translations and cultural adaptation of Barratt Impulsiveness Scale (BIS-11) for administration in Brazilian adults*. **Leandro Fernandes Malloy-Diniz, Paulo Mattos, Wellington Borges Leite, Neander Abreu, Jonas Jardim de Paula, Hermano Tavares, Alina Gomide Vasconcelos, Daniel Fuentes.** 2010, *J Bras Psiquiatr.*, págs. 99-105.
28. *The Japanese version of the Barratt Impulsiveness Scale 11th version (BIS-11: Its reliability and validity)*. **Toshiyuki Someya, Kaoru Sakado, Maki Kojima, Chris Reist, Siu Wa Tang, Saburo Takahashi.** 2001, *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, vol 55, págs. 111-114.

29. *Confiabilidad y validez de la escala de impulsividad de Barratt (Bis-11) en adolescentes.* **Lilian Salvo, Andrea Castro.** 2011, Revista Chilena Neuro-Psiquiatria, págs. 245-254.
30. *Increased impulsivity in cocaine dependent subject independent of antisocial personality disorder and aggression.* **Gerard Moeller, Donald Dougherty, Ernest Barratt, Victor Oderinde, Charles Mathias, Andrew Harper, Alan Swann.** 2002, Drug and Alcohol Dependence, vol 68, págs. 105-111.
31. *Drug Addiction Endophenotypes: Impulsive Versus Sensation-Seeking Personality Traits.* **Karen Ersche, Abigail Turton, Sachi Pradhan, Edward Bullmore, Trevor Robbins.** 2010, Biological Psychiatry, págs. 770-773.
32. *The relationship between impulsivity and Internet addiction in a sample of Chinese adolescents.* **Fenglin Cao, Linyan Su TieQiao Liu, Xueping Gao.** 2007, European Psychiatry, vol 22, págs. 466-471.
33. *Factor structure of the Barratt Impulsiveness Scale .* **Jim Patton, Matthew Stanford, Ernest Barrat.** 1995, Journal of Clinical Psychology, vol 51, No 6, págs. 768-774.
34. *El concepto de impulsividad y su ubicación en las teorías psicobiológicas de la personalidad.* **Schmidt, Mario Squillace Jimena Picón Janeiro & Vanina.** 2011, Revista Neurobiológica Latinoamericana vol 3 No. 1, págs. 8-18.
35. **César Avila, Isabel Cuenca, Vicente Félix, Manuel Ignacio Ibañez Ribes, Maria Antònia Parcet y Ana Miranda.** *Evaluación neuropsicológica en el tdah: la evaluación de la impulsividad.* 2004.
36. **Vázquez, Carlos Carmona.** *Evaluación de impulsividad con Microsoft Kinect. Trabajo Fin de Grado.* s.l. : Universidad Carlos III de Madrid, 2013.
37. **Mateo, Vicente Félix.** *Funciones ejecutivas: Estimación de la flexibilidad cognitiva en población normal y grupo psicopatológico.* Valencia : s.n., 2007.
38. **Neuroamer.** *Card sorting, pot smoking, pleasure and one gene: COMT .* [En línea] <https://neuroamer.wordpress.com/2012/06/29/card-sorting-pot-smoking-happiness-and-one-gene-comt-catechol-o-methyl-transferase/>.
39. **Tonbaugh, Tom N.** *Trail Making Test A and B: Normative data stratified by age and education.* *Archives of Clinical Neuropsychology.* 2004, págs. 203-214.
40. **NeuRA.** *Neuroscience Research Australia. Trail-Making Test Mobile Application.* [En línea] <https://www.neura.edu.au/apps/trails>.
41. *Mental Tests and Measurements.* **Cattell, James McKeen.** 1890, Mind, vol 15, págs. 373-381.
42. *Studies of interference in serial verbal reactions.* **Stroop, John Ridley.** 1935, Journal of Experimental Psychology.
43. *Avances en Salud Mental Relacional.* **Esperanza Bausela Herreras, José Luis Santos Cela.** 2006, Órgano Oficial de expresión de la Fundación omie, págs. Vol.5, núm.1.

44. *La tarea de interferencia Stroop*. **José Arana Martínez, Antonio Cabaco, Carmen Sanfeliú**. 1997, *Revista de Historia de la Psicología*, vol 18, págs. 27-38.
45. *Utilidad del Stroop en la Psicología Clínica*. **Esperanza Bausela, José Luis Santos**. 2006, *Avances en Salud Mental Relacional*, vol 5, No 1, págs. 50-62.
46. *Automatic and controlled processing in Stroop negative priming: The role of attentional set*. **Milliken, Lupianez**. 1999, *Journal of Experimental Psychology*, vol 25, No 6, pág. 1384.
47. *Desarrollo de la atención y trastorno por déficit de atención*. **González, Sáinz, Mateos**. 1988, Ediciones Universidad de Salamanca, págs. 53-115.
48. *Competition for priority in processing increases prefrontal cortex's involvement in top, related fMRI study of the stroop task*. **Milham, Banich, Barad**. 2003, *Cognitive Brain Research*, vol 17, No 2, págs. 212-222.
49. *The spatial Stroop effect: A comparison of color-word and position-word interference*. **Sven Hilbert, Tristan Toyo Nakagawa, Manuela Bindl**. 2014, *Psychon Bull Rev*, vol 21, págs. 1509–1515.
50. *Paradigmas experimentales en las teorías de la automaticidad*. **Sevilla, Garcia**. 1991, *Anales de Psicología*, vol 7, No1, págs. 1-30.
51. *Práctica 2: Efecto Stroop*. [En línea] 13 de Enero de 2011. [www.psicologiauned.org](http://www.psicologiauned.org).
52. *Facial Action Coding System: A Technique for the Measurement of Facial Movement*. **P. Ekman, W. Friesen**. 1978, Consulting Psychologists Press.
53. **Paul Ekman, Erika L. Rosenberg**. *What the Face Reveals*. New York : Oxford University Press, 1997.
54. **Ekman, K.Scherer P.** *Handbook Of Methods in Nonverbal Behavior Research*. Cambridge : Cambridge University Press, 1982.
55. *Facial Expression Recognition (Face Recognition Techniques) Part 1. What-When-How*. [En línea] <http://what-when-how.com>.
56. *División regional del cuerpo humano para facilitar su estudio. Diferencias entre las regiones superficiales y esqueléticas*. **Wasinton Rossel Puig, Beatriz González Fano, Caridad Dovale Borjas, Liliam Dominguez Hernandez**. 2006, *Educación Médica Superior*, vol 20, No 3.
57. **Cruveilhier, J.** *Anatomy of the Human Body*. Nueva York : Grandville Sharp Pattinson pags 2-3, 1844.
58. **Jeroen Anrendsen**. What happened to.. Put-That-There. [En línea] <http://jeroenarendsen.nl/>.
59. **Windows**. Windows Central . *Kinect for Windows v2 sensor sales end, developers can use Xbox One version instead*. [En línea] <http://www.windowscentral.com/kinect-windows-v2-sensor-sales-end-developers-can-use-xbox-one-version>.

60. **Martin, Joe.** bitGamer. [En línea] 16 de Noviembre de 2010. <http://www.bit-tech.net/gaming/xbox-360/2010/11/16/kinect-review/1>.
61. Xbox support. *Kinect for windows*. [En línea] <http://support.xbox.com/es-ES/xbox-on-other-devices/kinect-for-windows/kinect-for-windows-v2-setup>.
62. Microsoft. *Developer Network*. [En línea] <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/microsoft.kinect.kinect.jointtype.aspx>.
63. **Bonanni, Massimo.** Fuente Kinect V2: cuerpo – articulaciones. *Microsoft Translator*. [En línea] 17 de Marzo de 2014. <http://codetailor.blogspot.com.es/2014/03/kinect-v2-body-source-joints.html>.
64. Microsoft. *Developer Network*. [En línea] <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/microsoft.kinect.face.faceshapeanimations.aspx>.
65. **Accenture.** Accenture. *Accenture*. [En línea] 2012. [http://www.accenture.com/SiteCollectionDocuments/Local\\_Spain/PDF/Accenture-TeKi-Teleasistencia-basada-tecnologia-Kinect-Video-Transcript.pdf](http://www.accenture.com/SiteCollectionDocuments/Local_Spain/PDF/Accenture-TeKi-Teleasistencia-basada-tecnologia-Kinect-Video-Transcript.pdf).





## Glosario

---

TDAH	Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad
BIS	Barratt Impulsiveness Scale
BIS 11	Barratt Impulsiveness Scale, version 11
NEO FFI	NEO Five-Factor Inventory
NEO PI-R	Revised NEO Personality Inventory
Stroop	
WPF	Windows Presentation Foundation
LRP	Lateralized Readiness Potential
EPQ	Eysenck Personality Questionnaire
CPT-II	Conner's Continuous Performance Test – II
WCST	Test de Clasificación de Cartas de Wisconsin
FACS	Facial Action Coding System
AUs	Action Units
MIT	Massachusetts Institute of Technology
TEKI	Proyecto de Tele-Asistencia en el sistema sanitario vasco

# Anexos

## ANEXO A - Láminas de Stroop

VERDE	AZUL	VERDE	ROJO	VERDE
ROJO	VERDE	ROJO	AZUL	ROJO
AZUL	AZUL	VERDE	ROJO	VERDE
VERDE	ROJO	AZUL	VERDE	ROJO
ROJO	VERDE	ROJO	AZUL	AZUL
AZUL	AZUL	VERDE	VERDE	ROJO
ROJO	VERDE	ROJO	AZUL	AZUL
VERDE	ROJO	AZUL	ROJO	VERDE
AZUL	VERDE	ROJO	AZUL	ROJO
ROJO	ROJO	AZUL	ROJO	VERDE
VERDE	AZUL	VERDE	VERDE	AZUL
AZUL	ROJO	AZUL	ROJO	VERDE
ROJO	VERDE	ROJO	VERDE	AZUL
VERDE	AZUL	VERDE	AZUL	ROJO
ROJO	VERDE	AZUL	VERDE	AZUL
VERDE	AZUL	VERDE	ROJO	ROJO
AZUL	ROJO	ROJO	AZUL	VERDE
ROJO	VERDE	AZUL	ROJO	AZUL
VERDE	AZUL	ROJO	VERDE	VERDE
AZUL	ROJO	VERDE	AZUL	ROJO

Tabla 13 : Lámina P



VERDE	AZUL	VERDE	ROJO	VERDE
ROJO	VERDE	ROJO	AZUL	ROJO
AZUL	AZUL	VERDE	ROJO	VERDE
VERDE	ROJO	AZUL	VERDE	ROJO
ROJO	VERDE	ROJO	AZUL	AZUL
AZUL	AZUL	VERDE	VERDE	ROJO
ROJO	VERDE	ROJO	AZUL	AZUL
VERDE	ROJO	AZUL	ROJO	VERDE
AZUL	VERDE	ROJO	AZUL	ROJO
ROJO	ROJO	AZUL	ROJO	VERDE
VERDE	AZUL	VERDE	VERDE	AZUL
AZUL	ROJO	AZUL	ROJO	VERDE
ROJO	VERDE	ROJO	VERDE	AZUL
VERDE	AZUL	VERDE	AZUL	ROJO
ROJO	VERDE	AZUL	VERDE	AZUL
VERDE	AZUL	VERDE	ROJO	ROJO
AZUL	ROJO	ROJO	AZUL	VERDE
ROJO	VERDE	AZUL	ROJO	AZUL
VERDE	AZUL	ROJO	VERDE	VERDE
AZUL	ROJO	VERDE	AZUL	ROJO

**Tabla 15 : Lámina PC**

## ***ANEXO B - PRESUPUESTO***

Con el fin de poder hacer una valoración económica del esfuerzo empleado en la elaboración presente Trabajo Fin de Grado, se detalla el presupuesto del mismo, que se desglosa en las siguientes partidas:

- Presupuesto de ejecución material.
- Gastos generales y Beneficio industrial.
- Honorarios por la redacción y dirección del TFG.
- Presupuesto total.

Todas las cantidades aparecen expresadas en euros.

### ***Presupuesto de ejecución material.***

Este presupuesto hace referencia a los costes de recursos materiales y a los costes de mano de obra.

### **Desglose por tareas ejecutadas**

Para poder comprender de manera clara los costes de mano de obra del trabajo, se va a exponer la división de las tareas del trabajo realizado en este TFG.

Posteriormente, se van a representar cara una de estas tareas junto con su relación de precedencia temporal a través de un diagrama de Gantt.

El proyecto consta de las siguientes tareas:

- **Tarea 1:**

*Objetivo:* Estudio del estado del arte y puesta al día de conceptos relacionados con la Impulsividad. Análisis de los diferentes test y pruebas que existen en la actualidad para hacer medidas objetivas de la impulsividad y la extroversión. Para la realización de estas tareas se necesitará el apoyo de un experto en psicología.

*Duración:* 3 meses

*Esfuerzo:* Graduado en Ingeniería: 2 persona-mes y un 1 licenciado en Psicología: 1 persona-mes.

- **Tarea 2:**

*Objetivo:* Estudio del herramienta de captación del movimiento Kinect for Windows. Revisión y documentación del lenguaje de programación C#. Revisión y documentación de las librerías de Kinect for Windows. Análisis de ejemplos equivalentes.

*Duración:* 3 meses

*Esfuerzo:* Graduado en Ingeniería: 1 persona-mes.

- **Tarea 3:**

*Objetivo:* Análisis de Requisitos. A partir de los test que se quieren realizar, test de Stroop, se diseñan las posibles pruebas que se pueden realizar. Tanto para el test de voz como de movimiento del cuerpo

*Duración:* 2 meses

*Esfuerzo:* Graduado en Ingeniería, 1 persona-mes.

- **Tarea 4:**

*Objetivo:* Implementación de la herramienta. Desarrollo en código C#, y con las herramientas de la Kinect for Windows, y con el entorno de desarrollo Visual Studio 2013 de todo el entorno definido durante la fase de análisis de requisitos.

*Duración:* 3 meses

*Esfuerzo:* Graduado en Ingeniería, 3 persona-mes.

- **Tarea 5:**

*Objetivo:* Pruebas. Realización de test a 50 individuos. La realización del test consiste en realizar el test psicológico y las seis pruebas (dos de voz y dos de movimiento) con la Kinect

*Duración:* 2 mes

*Esfuerzo:* Graduado en Ingeniería, 1 personas-mes.

- **Tarea 6:**

*Objetivo:* Revisión de Pruebas. Revisar que los datos guardados por la herramienta desarrollada con correctos. Para esto se utilizará las facilidades gráficas de la herramienta Matlab.

*Duración:* 1 mes

*Esfuerzo:* Graduado en Ingeniería, 0,25 personas-mes.

- **Tarea 7:**

*Objetivo:* Análisis de datos. Revisión de los datos obtenidos, volcado de datos en la herramienta Matlab y creación de tablas y gráficas.

*Duración:* 1 mes

*Esfuerzo:* Ingeniero superior, 1 personas-mes.

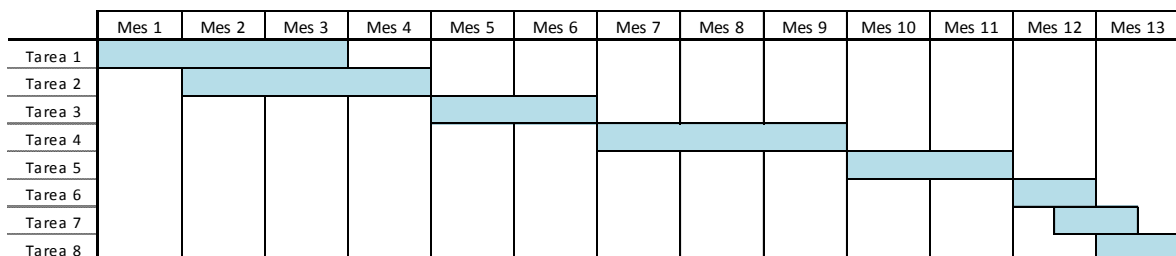
- **Tarea 8:**

*Objetivo:* Redacción de la documentación asociada al Proyecto Final de Carrera.

*Duración:* 1 mes

*Esfuerzo:* Ingeniero superior, 0,75 persona-mes.

A continuación se exponen las tareas mediante un diagrama de Gantt:



## Costes de mano de obra

Para la realización del proyecto se requieren los siguientes perfiles:

Un Graduado en Ingeniero Industrial, encargado tanto del planteamiento, desarrollo e implementación del trabajo técnico, así como de la redacción, presentación y encuadernación del proyecto.



Un Graduado en Psicología, encargado de revisar, junto con el Graduado en Ingeniería Industrial, los diferentes tipos de test y pruebas de impulsividad.

La estimación de los costes se realiza en base a los siguientes datos:

Cotizaciones según el Régimen General de la Seguridad Social. Un graduado pertenece al grupo 1.

Jornada laboral de 8 horas/día y 21 días laborales/mes.

El coste de la mano de obra considerado para la ejecución del proyecto asciende a 37.164,38 €. Este coste salarial se descompone en la siguiente tabla:

<b>Costes Salariales</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Coste</b>
Base Cotizable máxima mensual según bases de 1.1.2015	3.606,00 €
- Contingencias comunes (23.6%)	851,02 €
- Desempleo (5,5%), F.G.S (0,6%) y Formación profesional (0,2 %) (Total 6,3%)	227,18 €
- Accidentes de trabajo y enfermedades profesionales (8,33%)	300,38 €
Coste de la seguridad social (€/mes)	1.378,58 €
Salario bruto mensual (€/mes sobre base 24.000 €/año)	2.000,00 €
Coste salarial mensual (€/mes) Ingeniero o Psicólogo	3.378,58 €
- Numero de meses	11 meses
<b>Coste total mano de obra</b>	<b>37.164,38 €</b>

### **Coste de recursos materiales**

En la siguiente tabla constan los costes de los recursos materiales empleados, considerando un periodo de amortización para el hardware y el software de 4 años.

En primer lugar se indicarán los costes totales y a continuación se imputarán las cuantías correspondientes a la amortización de los recursos durante su periodo de utilización en el desarrollo del proyecto (12 meses sobre 48 total, suponen un 25%)

<b>Recursos Materiales</b>		
<b>Concepto</b>	<b>Coste total</b>	<b>Coste real</b>
Equipo de desarrollo	1.500,00 €	375,00 €
Sistema operativo Windows 7	283,62 €	70,91 €
Microsoft Visual Studio 2013 y Matlab	12.790,00 €	3.197,50 €
Kinect for Windows v2	199,00 €	49,75 €
Microsoft Office 2013	269,00 €	67,25 €
<b>Coste total recursos materiales</b>	<b>15.041,62 €</b>	<b>3.760,41 €</b>

#### **Coste Total de los recursos**

La suma de los costes por mano de obra y de los costes por recursos materiales es lo que constituye el Presupuesto de ejecución material.

<b>Presupuesto de ejecución Material</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Coste</b>
Coste mano de obra	37.164,38 €
Coste total recursos materiales	3.760,41 €
<b>Total</b>	<b>40.924,79 €</b>

#### ***Gastos generales y beneficio industrial***

Bajo Gastos Generales se incluyen todos aquellos gastos derivados de la utilización de instalaciones, cargas fiduciarias, amortizaciones, gastos fiscales, etc. Con esto, el Presupuesto de Ejecución por contrata queda como sigue:

<b>Presupuesto de ejecución por contrata</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Coste</b>
Presupuesto de ejecución material	40.924,79 €
Gastos generales (16% del PEM)	6.547,97 €
Beneficio industrial (6% del PEM)	2.455,49 €
<b>Total</b>	<b>49.928,24 €</b>

### ***Honorarios por la redacción y dirección del proyecto***

Los Honorarios que recomiendan aplicar los Colegios Oficiales de Ingenieros, tanto para la redacción como para la dirección del proyecto son los asociados a Trabajos tarifados por tiempo empleado, con un valor de un 5.6%.

### ***Presupuesto total***

Finalmente, sumando todas las imputaciones anteriores, y aplicando el 21% de IVA, se obtiene el presupuesto total.

<b>Presupuesto total</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Coste</b>
Presupuesto de ejecución por contrata	49.928,24 €
Honorarios por dirección	2.795,98 €
Honorarios por redacción	2.795,98 €
Total libre de impuesto del valor añadido	55.520,20 €
IVA (21%)	11.659,24 €
<b>Coste total</b>	<b>67.179,44 €</b>

El presupuesto total del proyecto asciende a Sesenta y Siete Mil Ciento Setenta y Nueve Euros con Cuarenta y Cuatro Céntimos.

Leganés, Junio de 2015

El Ingeniero Jefe de Proyecto

Fdo: Manuel Lucena Cabello  
Graduado en Ingeniería de Tecnologías Industriales

## **ANEXO C - Consentimiento Informado**



### **CONSENTIMIENTO INFORMADO**

---

Yo, \_\_\_\_\_, con DNI \_\_\_\_\_, acepto participar de forma voluntaria en el estudio "Reconocimiento de expresiones corporales y faciales con Kinect", llevado a cabo por el Departamento de Estadística de la Universidad Carlos III de Madrid, cuyo objetivo consiste en evaluar las posibles mejoras que aporta la implementación de tests cognitivos mediante Kinect en relación a los tests clásicos de atención. Dicha participación consistirá en la cumplimentación de una batería de cuestionarios, junto con la realización de una serie de tareas en condiciones de laboratorio, que se desarrollarán a lo largo de una sesión.

He sido informado/a correctamente del contenido y procedimiento de estas pruebas y de que no constituyen riesgo alguno para mi salud. Declaro que he podido hacer las preguntas necesarias, que he comprendido la información facilitada y estoy de acuerdo en participar en dicho estudio.

Manifiesto haber sido informado/a correctamente de los objetivos del proyecto al cual presto mi colaboración. En el caso de no ser apropiado para mis intereses puedo abandonar el estudio en cualquier momento, sin perjuicio alguno para mí.

Igualmente, conocedor/a de los procedimientos de investigación, autorizo la publicación de los resultados con fines propios de la investigación, sabiendo que en todo momento se omitirá mi identidad y cualquier dato personal que pueda facilitar que se me identifique, siendo disociados los datos personales obtenidos mediante códigos.

La recogida, procesado y análisis de las muestras se realizará en la Universidad Carlos III de Madrid. Los datos obtenidos serán almacenados durante el tiempo necesario para la realización de los análisis indicados en el presente estudio. Los datos anonimizados podrán ser cedidos a otros investigadores, que podrán realizar nuevos análisis. Manuel Lucena Cabello y David Delgado Gómez asumen la responsabilidad de la adopción de las medidas de seguridad de índole técnica y organizativa para proteger la confidencialidad e integridad de la información, de acuerdo con lo establecido en la Ley orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, y demás legislación aplicable, autorizando el interesado con la firma del presente documento el referido tratamiento de sus datos, pudiendo ejercitar los derechos de acceso, rectificación, oposición y cancelación previstos en la referida ley.

Para que así conste firmo la presente en Leganés a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_

---

Fdo. EL PARTICIPANTE

Fdo. EL INVESTIGADOR